

**REPUBLIQUE DU BURUNDI
UNIVERSITÉ DU BURUNDI
INSTITUT DES STATISTIQUES APPLIQUÉES
BP : 5158 BUJUMBURA BURUNDI**

RAPPORT DE L'ATELIER DE VALIDATION

PROGRAMMES DE MASTER DE L'INSTITUT DE STATISTIQUE APPLIQUÉ

Bujumbura, Octobre 2018

Préface

Le présent rapport de programme n'aurait pas été achevé sans les contributions de différentes personnes. Leur engagement et leur travail acharné tout au long de ce travail ont été d'une grande importance. Nous exprimons nos sincères remerciements à au gouvernement du Burundi pour la création de l'Institut des Statistiques Appliquées « ISTA » au sein de l'Université du Burundi. . Nous adressons notre profonde gratitude au Recteur de l'Université du Burundi et au Directeur Général de l'ISTEEBU pour avoir volontairement impulsé l'ISTA Burundi parmi les INSTITUTS DE STATISTIQUE EN AFRIQUE à travers la convention de partenariat avec l'ENSEA d'Abidjan et pour le soutien financier et technique. Vive la promotion des compétences nationales pour favoriser l'excellence, la formation, la recherche scientifique et l'innovation pour une prestation efficace des services publics au Burundi. Nous ne pouvons pas terminer sans adresser notre profonde gratitude aux experts qui ont rédigé ce rapport, principalement à son coordinateur, Dr. Fulgence NAHAYO, qui a dirigé avec succès ce processus.

Rapport de programme réalisé par la commission:

Dr Fulgence NAHAYO, Doyen de l'ISTA et Coordonnateur de la Commission d'élaboration des Programmes ISTA.

Ir. Vénérand NIZIGIYIMANA, ISTEEBU, Coordonnateur adjoint

Dr. Aboubacar NIBIRANTIZA, Université du Burundi, Secrétaire

Ir. Jeanine NIYUKURI, ISTEEBU, Membre

Dr. NIYONDIKO Dominique, Université du Burundi, Membre

Ir. Mélance NIBIGIRA, ISTEEBU, Membre

Dr. KAYOYA Jean Bosco, Université du Burundi, Membre

Msc. Irène IRAKOZE, Enseignant de l'ISTA

Préface

The present program report would not have been completed without the contributions of different persons. Their commitment and hard work throughout this work have been of great importance. We express our sincere thanks to the Government of Burundi for the creation of the Institute of Applied Statistics "ISTA" within the University of Burundi. We express our deep gratitude to the Rector of the University of Burundi and the Director General of ISTEEBU for voluntarily promoting ISTA Burundi among Statistical Institutes in Africa through the partnership agreement with ENSEA of Abidjan and for financial and technical support. Long live the promotion of national skills to foster excellence, training, scientific research and innovation for effective delivery of public services in Burundi. We can not end without expressing our deep gratitude to the experts who wrote this report, mainly to its coordinator, Dr. Fulgence NAHAYO, who successfully led this process.

Programm report conducted by the commission :

- 1.** *Dr Fulgence NAHAYO , Dean of ISTA and ISTA PROGRAMM REPORT Coordinator*
- 2.** *Ir. Vénérand NIZIGIYIMANA, ISTEEBU, Deputy Coordinator*
- 3.** *Dr. Aboubacar NIBIRANTIZA, University of Burundi, Secretary*
- 4.** *Ir. Jeanine NIYUKURI, ISTEEBU, Member*
- 5.** *Dr. NIYONDIKO Dominique, University of Burundi, Member*
- 6.** *Ir. Mélance NIBIGIRA, ISTEEBU, Member*
- 7.** *Dr. KAYOYA Jean Bosco, university of Burundi, Member*
- 8.** *Msc. Irène IRAKOZE, Assistant Lecturer, ISTA*

Table des matières

Préface.....	2
Préface.....	2
PROGRAMMES DE FORMATION MASTER DE L'INSTITUT DES STATISTIQUES	
APPLIQUÉES « ISTA »	7
1. Présentation Université du Burundi.....	7
2. Présentation de l'ISTA.....	7
3. Les programmes de formation Master ISTA.....	9
I. Programmes de formation Mastère en Actuariat et finances.....	10
I.1. Parcours Actuariat.....	10
1. Description.....	10
2. Objectifs du programme.....	10
2.1. Objectif global.....	10
2.2. Objectifs spécifiques.....	10
2.2.1. Objectifs académiques.....	10
2.2.2. Objectifs d'Employabilité.....	10
2.2.3. Objectifs de Développement individuel.....	11
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	11
4. Traduction des Résultats d'Apprentissage Attendus « RAA » dans le fond du programme en actuariat.....	13
5. Diplôme et débouchés.....	13
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	13
7. Maquette des Programmes.....	14
7.1 Mastère I Parcours Actuariat.....	14
7.2 Master II Parcours Actuariat.....	15
8. Descriptif des cours du Master en Actuariat et Finances.....	16
8.1. Master I Parcours Actuariat.....	16
8.2. Master II Parcours actuariat.....	35
I.2. Master Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Financières.....	43
1. Description.....	43
2. Objectifs du programme.....	43
2.2. Objectifs Spécifiques.....	43
2.2.1. Objectifs académiques.....	43
2.2.2. Objectifs d'Employabilité.....	44
2.2.3. Objectifs de Développement individuel.....	44
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	44
4. Traduction des RAA dans le fond du programme.....	46
5. Diplôme et débouchés.....	46
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	47
7. Maquette.....	47
7.1 Master I Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières.....	47
7.2 Master II Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières.....	48
8. Descriptifs des cours Master Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières.....	49
8.1 Master I Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières.....	49

8.2 Master II Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières.....	70
II. Programme de Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle.....	78
II.1. Parcours Génie Statistique.....	78
1. Description.....	78
2.Objectifs du programme.....	78
2.1. Objectif global.....	78
2.2.Objectifs Spécifiques.....	78
2.2.1. Objectifs académiques.....	78
2.2.2. Objectifs d'Employabilité.....	78
2.2.3. Objectif de Développement individuel.....	79
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	79
4. Traduction des RAA dans le fond du programme en statistique.....	81
5. Diplôme et débouchés.....	81
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	81
7. Maquette.....	81
7.1 Master I en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.....	81
7.2 Master II en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.....	83
8. Descriptif des cours du Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.....	84
8.1. MASTER I en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.....	84
8.2. MASTER II en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en GÉNIE STATISTIQUE.....	99
II.2. Parcours Statistique et Informatique Décisionnelle.....	109
1. Description.....	109
2.Objectif du programme.....	110
2.2 Objectifs Spécifiques.....	110
2.2.1. Objectifs académiques.....	110
2.2.2 Objectifs d'Employabilité.....	110
2.2.3 Objectifs de Développement individuel.....	110
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	111
4. Traduction des RAA dans le fond du programme.....	113
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	113
7. Maquette.....	113
7.1 Master I Parcours Statistique et Informatique décisionnelle.....	113
7.2. Master II Parcours Statistique et Informatique décisionnelle.....	115
8. Descriptif des Cours Master Statistique Appliquée et Informatique décisionnelle, Parcours Génie Statistique.....	116
8.1 Mastère I Statistique Appliquée et Informatique décisionnelle, Parcours Génie Statistique	116
8.2 Mastère II, Parcours Statistique et Informatique Décisionnelle.....	140
II.3. Parcours BIO- Statistique.....	150
1. Description.....	150
2. Objectifs du programme.....	150
2.2. Objectifs spécifiques.....	150
2.2.1.Objectifs académiques.....	150
2.2.2 Objectifs d'Employabilité.....	150

2.2.3. Objectifs de Développement individuel.....	151
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	151
4. Traduction des RAA du programme.....	153
5. Diplôme et débouchés.....	153
À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle , parcours Bio-Statistique.....	153
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	153
7. Maquette.....	153
7.1 MASTER I Parcours Bio statistique.....	153
7.2 Master II Parcours Bio Statistique.....	155
8. Descriptifs des cours du Mastère En Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Bio-Statistique.....	155
8.1 Mastère I Parcours en Bio-Statistique.....	155
4.Contenu :.....	156
8.2 Mastère II Parcours en Bio-Statistique.....	171
II.4. Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.....	175
1. Description.....	175
2. Objectifs du programme.....	175
2.2. Objectifs Spécifiques.....	175
2.2.1. Objectifs académiques.....	175
2.2.2. Objectifs d'Employabilité.....	175
2.2.3. Objectif de Développement individuel.....	176
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	176
4. Traduction des RAA dans le fond du programme.....	178
5. Diplôme et débouchés.....	178
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	178
7. Maquette.....	179
7.1. Mastère I Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.....	179
7.2. Mastère II Parcours Économétrie et Statistique Appliquée : Voie professionnelle.....	180
7.3. Master II Parcours en Économétrie et Statistique Appliquée : Voie recherche.....	181
8. Descriptif des cours du Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.....	181
8.1. Mastère I , Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.....	181
8.2. Master II en Économétrie Et Statistique Appliquée : Voie professionnelle.....	192
8.3. Master II en Économétrie et Statistique Appliquée : Voie recherche.....	203
III. Programme de Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation.....	213
III.1. Parcours Recherche opérationnelle.....	213
1. Description.....	213
2. Objectif du programme.....	213
2.1 Objectif global.....	213
2.2. Objectifs spécifiques.....	213
2.2.1. Objectifs académiques.....	213
2.2.3. Objectifs d'Employabilité.....	214
2.2.4. Objectif de Développement individuel.....	214
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	214
4. Traduction des RAA dans le fond du programme.....	216
5. Diplôme et débouchés.....	216
6. Les critères d'admission au programme de formation.....	217
7. Maquette.....	217

7.1. Master I Recherche Opérationnelle.....	217
7.2. Master II Recherche Opérationnelle.....	219
8. Descriptif des cours du Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation, Parcours recherche opérationnel.....	220
8.1. Master I, Parcours Recherche Opérationnelle.....	220
8.2. Master II, Parcours Recherche Opérationnelle.....	235
III.2. Parcours Probabilités et Statistiques.....	242
1. Description.....	242
2. Objectifs du programme.....	242
2.2.Objectifs spécifiques.....	243
2.2.1 Objectifs académiques.....	243
2.2.2. Objectifs d’Employabilité.....	243
2.2.3. Objectifs de Développement individuel.....	243
Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectifs :.....	243
3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA ».....	244
4. Traduction des RAA dans le fond du programme.....	245
5. Diplôme et débouchés.....	245
6. Les critères d’admission au programme de formation.....	246
7. Maquette.....	246
7.1. Master I Probabilités et Statistiques.....	246
7.2. Master II Probabilités et Statistiques.....	247
8. Descriptif des cours du Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation, Parcours Statistiques et probabilités.....	248
8.1. Master I, Parcours Statistiques et probabilités.....	248
8.1. Master II, Parcours Statistiques et probabilités.....	278

PROGRAMMES DE FORMATION MASTER DE L'INSTITUT DES STATISTIQUES APPLIQUÉES « ISTA » .

1. Présentation Université du Burundi

L'Université du Burundi est une institution publique, à caractère administratif, née en 1964, et qui est régie actuellement, en plus des textes légaux organisant l'enseignement supérieur en général, par le Décret No 279 du 18 octobre 2012 portant réorganisation de l'Université du Burundi. Elle bénéficie des subsides de l'Etat pour son fonctionnement.

La Devise (ICIVUGO) : *KAMINUZA Y'UBURUNDI : RUMURI RUMURIKIRA ABARUNDI*

Les Missions : *Enseigner ; Faire de la Recherche ; Rendre des services à la communauté*

La Vision : *D'ici 5 ans, l'U.B. est une référence pour la qualité des enseignements, la recherche et le rayonnement au sein de la Communauté nationale et sous régionale (Cf. Art.38 de la Loi No 1/22 du 30/11/2011)*

Les offres de formation à l'UB

L'Université du Burundi fonctionne actuellement dans le système BMD. Les formations sont organisées dans les 3 années de Baccalauréat dans tous les Facultés et Instituts et au sein des Mastères. A partir de l'année académique 2017-2018, 10 mastères vont en effet démarrer. Les structures de gestion ont déjà été nommées.

2. Présentation de l'ISTA

L'ISTA est un institut d'enseignement supérieur créé par Ordonnance Ministérielle N° 610/966 DU 28 JUIN 2017 PORTANT Création, Organisation et fonctionnement de l'institut des Statistiques appliquées à l'Université du Burundi.

Cet Institut a pour Vision: *« L'ISTA est une référence pour la qualité des enseignements en statistique appliquée, la recherche appliquée dans les domaines de la statistique et ses applications et le rayonnement au sein de la Communauté nationale, sous régionale et internationale ».*

Les Missions principales de l'ISTA sont :

- Assurer la formation académique des étudiants et la formation en cours d'emploi des personnels du système statistique national « SSN » du Burundi.
- Promouvoir la formation spécialisée pour le développement du SSN Burundi.
- Contribuer au développement de la Recherche appliquée dans les domaines relevant de sa compétence.

Dans le cadre du rayonnement de l'ISTA, une convention de partenariat a été signée avec l'Institut de Statistique et d'Etudes Economiques du Burundi « ISTEERU » et l'Université du Burundi en date du 27 octobre 2017. A travers ce partenariat, l'ISTEERU s'engage à

- Appuyer l'Université du Burundi dans l'élaboration des programmes de formations académiques des Statisticiens.
- Participer à la mobilisation des fonds pour l'opérationnalisation et le rayonnement de l'ISTA.
- Appuyer et faciliter les étudiants de l'ISTA lors des travaux dirigés et de leurs recherches en général
- Assurer par le biais des membres de son personnel , l'encadrement des stagiaires de l'Université du Burundi
- Appuyer l'Université du Burundi dans la formation des statisticiens
- Participer dans les conférences et autres manifestations scientifiques organisées par l'Université du Burundi en vue de promouvoir la recherche scientifique en matière de la statistiques
- Faciliter dans la mesure du possible l'insertion professionnelle des lauréats de l'ISTA en fonction du Système des Statistiques Nationales et des moyens disponibles.
- Mettre à la disposition de l'Université du Burundi toutes les publications sur les Statistiques nationales.

D'autres conventions sont déjà signées notamment celui de l'Institut de Formation Moeglin France et l'Université du Burundi. Une convention tripartite entre l'ENSEA Cote d'Ivoire , L'ISTEEBU et l'Université du Burundi est en cours d'élaboration et sera signée incessamment..

3. Les programmes de formation Master ISTA

Pour commencer l'ISTA comprend trois programmes de Master , mais avec des parcours suivants:

Intitulé du Master	Parcours
Actuariat et finances	Actuariat
	Ingénierie des risques économiques et financières
Master en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle	Génie Statistique
	Statistique et Informatique Décisionnelle
	Bio-Statistique
	Économétrie et Statistique appliqué
Probabilités, Statistique et Modélisation	Recherche opérationnelle
	Probabilité et Statistique

Ces programmes de Master vont s'organiser dans le Centre Universitaire de Recherche en Modélisation, en Ingénierie des Statistiques Appliquées et en Actuariat (CURMISTA²) subdivisés en Laboratoires suivants :

1. Laboratoire de Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelles avec Quatre équipes :
 - Génie Statistique
 - Statistique et Informatique Décisionnelle
 - Bio-Statistique
 - Économétrie et Statistique appliquée
2. Laboratoire de Probabilités, Statistique et Modélisation avec deux équipes :
 - Probabilités et Statistiques
 - Recherche opérationnelle
3. Laboratoire d'Actuariat et finances avec deux équipes
 - Théorie des méthodes actuarielle et informatique actuarielle
 - Théorie de l'Ingénierie des risques économiques et financières

Ce centre a pour mission de développer la recherche scientifique dans les applications des méthodes statistiques en vue de résoudre les problèmes du système des statistique nationales au sein des entreprises et industries du Burundi.

D'autres programmes et départements pourront être formés en fonction de l'évolution du système des statistiques nationales « SSN » du Burundi.

I. Programmes de formation Mastère en Actuariat et finances

I.1. Parcours Actuariat

1. Description

L'actuariat est une technique appliquant les méthodes de la statistique et du calcul des probabilités aux problèmes d'assurance, de prévoyance, d'amortissement.

Un **actuaire** est un professionnel spécialiste de l'application du calcul des probabilités et de la statistique aux questions d'assurances, de prévention, de finance et de prévoyance sociale. À ce titre, il analyse l'impact financier du risque et estime les flux futurs qui y sont associés. L'actuaire utilise des techniques mathématiques, issues principalement de la théorie des probabilités et de la statistique, pour décrire et modéliser de façon prédictive certains événements futurs tels que, par exemple, la durée de la vie humaine, la fréquence des sinistres ou l'ampleur des pertes pécuniaires associées.

2. Objectifs du programme

2.1. Objectif global

L'Objectif global du programme de formation Master en Actuariat ISTA est d'acquérir le savoir théorique et méthodologiques nécessaires pour occuper un emploi de cadre opérationnel dans les différents métiers liés au marché financier.

2.2. Objectifs spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Le programme en Actuariat :

- a pour objectif de faire atteindre à l'étudiant un niveau de connaissance et de maturité qui lui permettra d'aborder sa spécialité d'actuariat avec l'esprit critique nécessaire à la compréhension exacte et à l'éclosion d'idées nouvelles.
- Le programme vise également la maîtrise d'une méthode de recherche qui confèrera à l'étudiant une certaine autonomie et en fera un agent d'évolution dans son milieu de travail.
- donne à l'étudiant les connaissances fondamentales et approfondies en en Actuariat ;
- familiarise l'étudiant avec les principales méthodes actuarielles et statistiques, tant sur le plan de la cueillette des données que sur le plan de l'analyse actuarielle et statistique;
- donne à l'étudiant la maîtrise des risques actuarielles vie et IARD
- apprend à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel.

2.2.2. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les Compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Les Compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à l'actuariat et à la statistique aux services publics et privés;
- Les Compétences analytiques pour comprendre les impacts de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- La Capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les Connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine du système actuariel et statistique national.

2.2.3. Objectifs de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectifs de :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche tout au long de la vie; Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de la statistique ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme d'actuariat, les RAA peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des logiciels actuariels et statistiques dans l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation actuarielle et statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à la statistique et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques et des sciences naturelles pertinentes à l'actuariat et à la statistique ;

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de l'actuariat sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans le développement de logiciels statistiques et actuariels.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en actuariat.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels actuariels et statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques.
- Évaluer dans quelle mesure un système actuariel et statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes actuariels et statistiques nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en actuariat et statistique appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels actuariels et statistiques ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;
- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données ;
- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Elaborer des hypothèses de recherche imprévues initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée ;
- Tester des hypothèses statistiques ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiance ou des estimateurs ponctuels.

c. Compétences interpersonnelles

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles ; éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en actuariat.

3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel .

4. Traduction des Résultats d'Apprentissage Attendus « RAA » dans le fond du programme en actuariat

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Actuariat et Finances , Parcours Actuariat.

Les débouchés professionnels et scientifiques visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche - développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme Master en Actuariat et Finances , Parcours Actuariat est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalent, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en actuariat et/ou sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi.

Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin.

7. Maquette des Programmes

7.1 Mastère I Parcours Actuariat

MUE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TPE	TGE	Crédits
Semestre 1								
UE 1 : Mathématiques actuarielles I		150						10
Modèles mathématiques en actuariat IARD	ACTU1101	45	30	15		30	75	3
Sujet avancés en régime des retraites	ACTU1102	45	35	10		30	75	3
Mathématique Actuarielle Vie I	ACTU1103	30	20	10		20	50	2
Mathématiques des risques financiers	ACTU1104	30	20	10		20	50	2
UE2 : Outils informatiques		75						5
Logiciels Actuarielles I	ACTU1105	45	30		15	30	75	3
Sujets spécial en Informatique	ACTU1106	30	10		20	20	50	2
UE3 : Méthodes actuarielles		120						8
Modèle Actuariel	ACTU1107	45				30	75	3
Assurance Vie II	ACTU1108	45	30		15	30	75	3
Finance Stochastique	ACTU1109	30	20		10	20	50	2
Mathématiques I		105						7
Théorie de la mesure et intégration	ACTU1110	45	30	5	10	30	75	3
Analyse fonctionnelle	ACTU1111	60				40	100	4
Total semestre 1		450				300		30
Semestre 2								
Mathématiques II		135						9
Analyse numérique matricielle	ACTU1212	45	30	15		30	75	3
Résolution numérique des EDO et EDP	ACTU1213	45	30		15	30	75	3
Optimisation	ACTU1214	45					75	3
UE : Mathématiques et Statistique I		135						9
Analyse de tableaux et de fréquence (Statistique	ACTU1215	45	30	15		30	75	3

descriptive)								
Statistique mathématique avancée	ACTU1216	45	30	15		30	75	3
Théorie et applications des méthodes de régression	ACTU1217	45	30	15		30	75	3
UE : Mathématiques et Statistique II		75						7
Analyse des durées de vie	ACTU1218	45	30			30	75	3
Statistique bayésienne	ACTU1219	30	15	5	10	30	75	2
Statistique non paramétrique	ACTU1220	30	20	10		20	50	2
UE : Mathématiques et Statistique III		90						5
Statistique computationnelle	ACTU1221	45	45	10		30	75	3
Processus aléatoires	ACTU1222	30				30	50	2
Total semestre 2		450						30
Total annuel		900						60

7.2 Master II Parcours Actuariat

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TPE	TGE	Crédits
Semestre 3								
UE 1 : Mathématiques Actuarielles II		105						9
Mathématique de dommage II ou IARD II	ACTU2301	45	35	10		30		3
Assurance des Personnes	ACTU2302	45	30	15		30		3
Mathématique Financière Avancée	ACTU2303	45	30	15		30		3
UE2 : Sciences économiques et finances II		120						8
Macro-économie	ACTU2304	45	30	15		30		3
Économétrie financière	ACTU2305	45	30		15	30		3
Micro-économie	ACTU2306	45	30		15	30		3
UE 3: Sciences de calcul.		90						7
Ingénierie des logiciels III	ACTU2307	45	30	5	10	30		3
Méthodes numériques avancés pour les EDPs	ACTU2308	60	40	5	15	30		4

UE 4: Compétences spéciales		90						6
Formations aux compétences informationnelles	ACTU2309	45	30	15		30		3
Sujets spéciaux	ACTU2310	45	30		15	30		3
Total Semestre 3		450						30
Semestre 4								
UE 5: Activité de recherche		135						9
Lectures dirigés	ACTU2411	45				30		3
Activité de Recherche	ACTU2412	45	30	15		30		3
Théorie et application des méthodes de régression	ACTU2413	45	30	15		30		3
UE 6 : Stage et mémoires								21
Stage de terrain	ACTU2414	150	45	10				10
Rapport Mémoire	ACTU2415	165	30	10				11
Total semestre		450	280	100	70	300		30
Total annuel		900						60

8. Descriptif des cours du Master en Actuariat et Finances

8.1. Master I Parcours Actuariat

8.2. Semestre 1

UE 1 : Mathématiques actuarielles I

ACTU1101 : Modèles mathématiques en actuariat IARD (3 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Se familiariser avec les notions et les outils de la modélisation, de l'estimation et de la tarification des risques en assurance IARD
3. **Objectifs spécifiques:**
 1. Comprendre les principes de base de la tarification a priori au moyen des modèles linéaires généralisés (GLM) : comprendre le bien-fondé de l'utilisation des GLM pour la tarification IARD, savoir modéliser la fréquence et la sévérité des sinistres, être capable d'établir un tarif sur base des techniques vues au cours, incluant en particulier la sélection des variables tarifaires et la calibration des paramètres.
 2. Comprendre la nécessité de provisionner en assurance IARD, comprendre les hypothèses sous-jacentes aux méthodes de provisionnement étudiées au cours, comprendre l'utilité de la théorie de la crédibilité dans le contexte du provisionnement, savoir appliquer les différentes méthodes sur des triangles de données.

3. Appréhender les fondements de la microéconomie de l'assurance : décision dans l'incertain, aversion pour le risque, offre et demande d'assurance, asymétrie d'information et antisélection, notions de théorie des jeux appliquées à l'assurance.
4. **Contenu :** Méthodes de provisionnement stochastiques : modèles linéaires généralisés appliqués aux réserves, modèles bayésiens, méthodes bootstrap. Théorie des valeurs extrêmes : loi limite des maxima, épaisseur des queues de distributions, étude de la loi des excès, estimation de quantiles extrêmes, applications à la réassurance. Microéconomie de l'assurance : décision dans l'incertain, aversion pour le risque, offre et demande d'assurance, asymétrie d'information et antisélection, concurrence et jeux non coopératifs.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Actuariat, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1102: Sujet avancés en régime des retraites (3 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Ce cours permettra à l'étudiant d'acquérir des connaissances sur les différents sujets importants en matière de régimes de retraite, notamment ceux faisant l'objet de réflexions ou de recherches du fait de leur importance relative.
3. **Objectifs spécifiques:** Le cours est bâti de façon à :
 1. assurer une bonne couverture des différents sujets d'importance en matière de régimes de retraite, tant du point de vue du design et de l'évaluation de ces régimes, qu'en regard de leur financement. être informé d'études ou de recherches récentes sur les régimes de retraite, en faisant ressortir les principales pistes de réflexion.
 2. assurer un arrimage adéquat avec d'autres cours du programme, notamment les cours Mathématiques des risques financiers et Modélisation et évaluation des risques-vie, de même que les cours multicycles Régimes de retraite et Coût et financement de régimes de retraite.
 3. permettre à l'étudiant intéressé d'aller chercher une spécialisation plus grande dans ce domaine, et ce, au cours des prochains trimestres dans le cadre d'un projet de recherche ou de lectures dirigées.
4. **Contenu :** Financement d'un régime de retraite; méthodes actuarielles d'évaluation; analyse des gains et pertes; comptabilisation des coûts d'un régime. Évaluation de l'actif. Solvabilité d'un régime. Évolution de l'exédent d'actif dans le temps. Étude de tous ces éléments en tenant compte de la dynamique de l'entreprise et de l'environnement légal.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Actuariat, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU110 3 : Mathématique Actuarielle Vie

1. **Prérequis :**

2. Objectif global

L'assurance vie a pour objectif de maîtriser les opérations de capitalisation : l'assureur collecte de l'épargne avec mission de placer cette épargne pour en restituer le produit à l'échéance.

3. Objectifs spécifiques

- L'assurance vie est présentée par les assureurs et par les banques comme un outil de valorisation de l'épargne et de diversification du fait de son large choix de supports et de classes d'actifs.
- Investir dans des placements très sécuritaires tout comme investir sur des marchés actions plus risqués.

4. Contenu du cours

L'assurance de capital différé, les opérations de rentes, les assurances décès, les assurances mixtes, les opérations sur 2 têtes, les chargements, les provisions.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Actuariat, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ACTU1104 : Mathématiques des risques financiers

1. Prérequis :

- 2. Objectif général :** introduire les étudiants aux notions de probabilités formelles
comprendre les concepts de tarification neutre-au-risque pour des produits dérivés, introduire les étudiants au calcul stochastique et ses applications à la finance appliquer les concepts appris afin de résoudre des problèmes concrets

3. Objectifs spécifiques:

- revisiter formellement les notions de variables aléatoires, de processus stochastiques, de filtrations, d'espérance conditionnelle et de martingales,
- apprivoiser les concepts de finance quantitative tels que les produits dérivés, les stratégies d'investissement, les portefeuilles auto-financés et les opportunités d'arbitrage,
- démontrer les deux théorèmes fondamentaux des mathématiques financières en temps discret,
- comprendre la tarification d'options européennes et américaines en temps discret,
- définir rigoureusement l'intégrale d'Itô ainsi que les processus d'Itô,
- introduire des résultats théoriques de calcul stochastique tels que les théorèmes de Feynman-Kac et de Girsanov,

- introduire le formalisme de marché en temps continu à l'aide des processus d'Itô,
 - comprendre les méthodes de tarification de produits dérivés en temps continu,
 - appliquer les concepts appris lors du traitement de sujets spéciaux en finance et en actuariat.
4. **Contenu** : Notions de probabilités avancées et martingales. Calcul stochastique et diffusions d'Itô. Théorie formelle de l'arbitrage en temps discret et en temps continu. Théorèmes fondamentaux de la finance. Tarification de produits dérivés sur actions et sur taux d'intérêt. Applications actuarielles et autres sujets avancés.
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

UE2 : Outils informatiques

ACTU1105 : Logiciels Actuarielles I

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: Maîtriser l'implémentation numérique des méthodes actuarielles.
3. **Objectifs spécifiques**:
 - Maîtriser les Modèles de sinistres sans variables explicatives
 - Maîtriser la tarification a priori
 - Maîtriser Les provisions pour sinistres à payer
 - Maîtriser Calculs de base en assurance vie et décès
4. **Contenu** :

1 Modèles de sinistres sans variables explicatives

1.1 Rappels des lois usuelles en actuariat

1.2 Estimation non-paramétrique

1.3 Estimation paramétrique

1.4 Estimation des copules

1.5 Exercices

2 La tarification a priori

2.1 Les modèles linéaires généralisés

2.2 Régression logistique et arbre de régression

2.3 Modéliser la fréquence de sinistralité

2.4 Les variables qualitatives ou facteurs

2.5 Modéliser les coûts individuels des sinistres

2.6 Exercices

3 Les provisions pour sinistres à payer

La problématique du provisionnement

Les cadences de paiements et la méthode Chain Ladder . . .

De Mack à Merz & Wüthrich

Régression Poissonnienne et approches économétriques

Les triangles multivariés

Borhutter-Fergusson, Benktander et les méthodes bayésiennes

Exercices

4 Calculs de base en assurance vie et décès

4.1 Quelques notations

4.2 Calculs d'annuités

4.3 Calculs de provisions mathématiques ...

4.4 Algorithme récursif en assurance-vie ...

4.5 Le package lifecontingencies

4.6 Exercices

tables prospectives

Les bases de données prospectives

Le modèle de Lee & Carter

Utilisation du modèle de Lee-Carter projeté

Aller plus loin que le modèle de Lee-Carter

Exercices

A.1 Les lois de probabilités 185

A.2 Générateurs aléatoires

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Informatique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1106 : Sujets spécial en Informatique

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Ce cours vise à développer chez l'étudiant(e) des aptitudes à la programmation système, de même qu'un intérêt pour la recherche dans ce domaine crucial mais méconnu de l'informatique. Les objectifs de chaque étudiante et de chaque étudiant varient selon les projets.
3. **Objectifs spécifiques:** Au terme du cours, l'étudiant(e) sera capable:
 - de comprendre les principes de base de la programmation système;
 - de mettre en pratique les principes de base de la programmation système;
 - de mener à terme un projet à partir de termes fixés en début de session;
 - d'identifier les compromis à faire pour mener à terme un tel projet;
 - de cibler des articles scientifiques pertinents pour son projet;
 - de tirer profit de la lecture d'articles scientifiques pertinents pour son projet;
 - de produire un texte ayant la teneur d'un article scientifique pertinent pour son projet.
4. **Contenu :** Le sujet traité variera d'une fois à l'autre et sera annoncé durant la période d'inscription. Les domaines abordés dépendront des intérêts des professeurs disponibles. Les

étudiants pourront approfondir leurs connaissances dans plusieurs domaines de l'informatique.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Informatique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE3 : Méthodes actuarielles

ACTU1107 Modèle Actuariel

1. Prérequis :

2. **Objectif général:** Maîtriser les modèles actuariels d'évaluation des actions

Objectifs spécifiques: Maîtriser les modèles de type actuariel se subdivisent eux-mêmes en plusieurs catégories :

- sur le plan de l'horizon selon que celui-ci est fini ou infini;
- sur le plan du type de croissance celle-ci pouvant être ponctuelle ou continue;
- sur le plan du financement de la croissance selon que l'on s'en tient ou non aux bénéfices non distribués;
- sur le plan de la variable explicative : dividende, bénéfice ou revenu net;
- sur le plan, enfin, de la méthode d'actualisation, le taux étant constant ou variable en fonction du temps.

3. Contenu :

De nombreux modèles d'évaluation des actions ont été proposés par la littérature financière. Certains d'entre eux font appel aux techniques de corrélation-régression, d'autres découlent de la théorie du marché financier. Les plus nombreux sont de type actuariel (1). C'est cette dernière approche que nous retiendrons.

Les modèles de type actuariel se subdivisent eux-mêmes en plusieurs catégories :

- sur le plan de l'horizon selon que celui-ci est fini ou infini;
- sur le plan du type de croissance celle-ci pouvant être ponctuelle ou continue;
- sur le plan du financement de la croissance selon que l'on s'en tient ou non aux bénéfices non distribués;
- sur le plan de la variable explicative : dividende, bénéfice ou revenu net;
- sur le plan, enfin, de la méthode d'actualisation, le taux étant constant ou variable en fonction du temps.

Il en résulte une grande diversité de modèles, fondés sur des hypothèses différentes et correspondant donc à des situations précises, qui peuvent paraître contradictoires. Dans une première partie, nous allons donc nous efforcer de concilier ceux qui nous sont apparus les plus significatifs.

Dans une seconde partie, nous proposerons quelques extensions au plus courant d'entre eux, celui de Gordon-Shapiro.

4.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en actuariat.
9. **Bibliographie**

ACTU1108: Assurance vie II

1. **Prérequis** : Maîtrise des concepts de base du calcul des probabilités et de statistique, d
2. **Objectif général**: Maîtriser la théorie stochastique des opérations viagères.
3. **Objectifs spécifiques**: À l'issue de ce cours, l'étudiant est capable de :
 - Modéliser les différents aspects d'un contrat général d'assurance sur la vie (primes, réserves, flux financiers, capital sous risque, participations bénéficiaires, etc.)
 - Maîtriser les techniques de prévision de la mortalité, y compris l'anti-sélection
 - Les appliquer à la détermination de la stratégie optimale de gestion du risque viag
4. **Contenu** :
 - Modélisation générale d'un contrat d'assurance sur la vie
 - Élaboration de tables de mortalité périodiques et prospectives pour la population générale
 - Prise en compte de l'anti sélection et construction de tables marché
 - Classification des risques en assurance sur la vie
 - Risque de mortalité/longévité dans ses dimensions diversifiable et systématique
 - Analyse actuarielle de quelques aspects de la réglementation burundaise
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en Actuariat, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**
Les transparents se basent principalement sur
 - Delwarde, A., Denuit, M. (2005). Construction de Tables de Mortalité Périodiques et Prospectives. Collection Audit-Actuariat-Assurance, Economica, Paris.
 - Denuit, M., Robert, C. (2007). Actuariat des Assurances de Personnes: Modélisation, Tarification et Provisionnement. Collection Audit-Actuariat-Assurance, Economica, Paris.

ACTU1109 : Finance Stochastique

1. **Prerequis** : Maîtrise des concepts de base de la gestion financière et comptable, des mathématiques et de Finance.
2. **Objectif général** :
3. **Objectifs spécifiques** : À l'issue de ce cours, l'étudiant est capable de :
 - comprendre et appliquer les principes généraux de pricing et de hedging des produits dérivés basés sur l'arbitrage
 - construire des modèles discrets de pricing basés sur la technique du pricing risque neutre et des déflateurs (modèle binomial sur une et plusieurs périodes)
 - calculer le prix des options européennes dans le modèle de Black et Scholes
 - déterminer les grecques d'une option et les appliquer à la gestion du risque financier
 - Comprendre et appliquer les techniques de changement de numéraire.

- construire des produits dérivés en vue de stratégies de garantie donnée (en particulier garantie de taux)
- comprendre et appliquer des modèles discrets et continus de structure stochastique de taux d'intérêt (Vasicek, Hull et White, Heath Jarrow Morton...)
- tarifier des produits optionnels de taux (option sur zéro coupon, caps, swaptions)
- Comprendre et utiliser les modèles de marchés (Libor Swap/Forward Market models) pour les dérivés de taux
- Comprendre les bases de la modélisation du risque de défaut.

4. Contenu :

- Introduction: financial markets in a nutshell
- Futures: pricing & hedging
- Options: main specifications
- Options: pricing in discrete time
- Finite security markets & risk neutral measure
- On the trail of the Brownian motion
- Elements of stochastic calculus
- Back to options pricing
- A hedge for options
- Change of numeraire
- The interest rates
- Interest rate derivatives
- Interest rates modelling
- Options on ZC & stocks in the HJM framework
- Lognormal swap rates model for swaption pricing
- Libor forward rate model for caps/floors pricing
- Introduction to Credit Risk

5. Méthodologie de l'enseignement : Le cours consiste en 14 leçons théoriques illustrées d'exemples pratiques auxquelles l'étudiant est tenu de participer. Deux projets sont à réaliser en cours d'année.

6. Méthodologie d'évaluation : L'évaluation consiste en un examen écrit portant sur le cours et en deux travaux pratiques d'exercices à remettre en cours de quadrimestre.

7. Matériel d'enseignement :

8. Profil de l'enseignant : PhD en Sciences actuarielles

9. Biographie : Options, futures and other derivatives. J.C. Hull (Pearson).

- Interest Rate Models - Theory and Practice: With Smile, Inflation and Credit. Brigo D. Mercurio F. (Springer).
- Stochastic calculus for finance (vol 1 ,2) Shreve S (Springer)
- Martingales Methods in Financial Modelling. Musiela M. Rutkowski M. (Springer)

- Introduction to Stochastic calculus applied to finance. Lamberton D. Lapeyre B. (Chapman&Hall)

UE3 : Mathématiques I

ACTU1110 : Théorie de la mesure et intégration

1. Prérequis :

2. **Objectif général:** Ce cours introduit les bases mathématiques de la théorie des probabilités : la théorie de la mesure et celle de l'intégration au sens de Lebesgue.

3. Objectifs spécifiques:

à l'issue de l'enseignement, l'étudiant saura :

- Énoncer les définitions principales et les propriétés élémentaires de la théorie de la mesure, et des espaces L^p .
- Appliquer les théorèmes fondamentaux de l'intégration
- Manipuler les intégrales contre des mesures quelconques : changement de mesure, application de Fubini, calcul d'intégrale à paramètres

4. Contenu :

THEORIE DE LA MESURE

- Tribus et parties d'un ensemble - Définition. Tribu engendrée, tribu image réciproque, produit d'espaces mesurables.
- Mesure, espace mesuré - Définitions, propriétés élémentaires, caractérisation d'une mesure finie.
- Prolongement d'une mesure et applications - Théorème de prolongement, mesure extérieure, mesure de Borel, ensembles négligeables, tribu et mesure complétée, tribu et mesure de Lebesgue, produit fini d'une famille d'espaces mesurés.
- Applications mesurables - Définition, fonctions boréliennes, exemples, propriétés, transport d'une mesure, mesure image, fonctions étagées sur un espace mesurable: définition et théorème d'approximation.
- Théorie de la mesure et probabilités

INTEGRATION

- Intégration des fonctions mesurables positives - Intégrale d'une fonction étagée, d'une fonction mesurable, propriétés, théorème de la convergence monotone (Beppo-Lévi), lemme de Fatou, mesures à densité, théorème de changement de variable, théorème de Fubini-Tonelli.
- Intégration des fonctions quelconques - Intégrale d'une fonction quelconque, espaces L^p , propriétés, théorème de la convergence dominée, applications (continuité et dérivation sous le signe somme), théorème de Fubini, convolution
- Espérance et moments en probabilités

COMPLEMENTS

- Espaces L^p Définitions, propriétés, inégalités de Holder et Minkowski, dualité.
- Transformée de Fourier

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1111 : Analyse fonctionnelle

1. Prérequis

2. Objectif global:

A l'issue de ce cours, l'apprenant doit être à mesure d'expliquer la théorie des espaces et des opérateurs dans la géométrie des corps convexes.

3. Objectifs spécifiques :

- Maîtriser la théorie des espaces vectorielles,
- Maîtriser La théorie des distributions
- Maîtriser les espaces de banach
- Maîtriser Les opérateurs linéaires et compacts
- Maîtriser Les espaces L_p et les espaces des mesures
- Maîtriser Les EDP et les EDO
- Maîtriser Les espaces de Sobolev

4. Contenu:

1. Espaces vectoriels topologiques localement convexes

- Définitions et propriétés premières
- Bornitude, continuité, suites.
- Applications linéaires continues.
- Limites inductives et topologie de $D(\Omega)$.
- Théorèmes de Hahn-Banach.

2. Introduction à la théorie des distributions

- Quelques résultats préliminaires.
- Définitions et propriétés premières des distributions.
- Convolution et régularisation.
- Transformation de Fourier.
- Solution fondamentale du Laplacien .

3. Espaces de Banach et topologies faibles

- Topologie faible.
- Topologie faible-
- Espaces réflexifs.
- Espaces séparables.

- Espaces uniformément convexes.

4. Opérateurs linéaires, opérateurs compacts

- Généralités.
- Conséquences de la théorie de Baire.
- Opérateurs compacts, alternative de Fredholm.
- Décomposition spectrale des opérateurs compacts auto-adjoints 89

5. Espaces L_p

- Rappels d'intégration.
- Propriétés élémentaires des espaces L_p
- Dualité, réflexivité, séparabilité.
- Compacité dans L_p
- Compacité faible dans L^1

6. Espaces de mesures

- Rappels sur les espaces de fonctions continues.
- Théorème de Riesz et mesures de Radon dans le cas compact.
- Mesures de Radon dans le cas localement compact.
- Théorème de Radon-Nikodym, désintégration des mesures.
- Dualité convexe et transport optimal.

7. Espaces de Sobolev et EDP's elliptiques linéaires

- Cas de la dimension.
- Définitions et propriétés premières en dimension quelconque.
- Injections de Sobolev.
- Espace $W^{0,1,p}$ et traces de fonctions $W^{1,p}$
- Formulation variationnelle de quelques problèmes aux limites
- Principe du maximum et régularité elliptique.

8. Calcul des variations et EDP's elliptiques non-linéaires

- Méthode directe du calcul des variations.
- Théorèmes de point-fixe et applications.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés.

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard

8. Profil de l'enseignant : PhD en mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

Semester 2

UE4 : Mathématiques II

ATU1212 : Analyse numérique matricielle

1. Prérequis :

2. Objectif général : Présenter à l'utilisateur de l'algèbre linéaire les algorithmes les plus couramment utilisés. Rendre l'utilisateur conscient des capacités et des limites des méthodes numériques.

3. Objectifs spécifiques :

- Rappels et compléments sur les matrices. (1 1/2 semaine)
- Présentation d'un certain nombre de problèmes types où l'algèbre linéaire numérique est un outil fondamental : discrétisation de
- problèmes d'équations aux dérivées partielles, régression, analyse factorielle, etc. (1 1/2 semaine)
- Études des méthodes directes pour la résolution des systèmes linéaires. (3 semaines)
- Études des méthodes itératives de résolution des systèmes linéaires. Méthode du gradient conjugué préconditionné et méthode GMRES. (4 semaines)
- Résolution de problèmes aux moindres carrés et calcul des inverses généralisés. Applications. (1 semaine)
- Calcul des valeurs propres et des vecteurs propres. Méthode des puissances, méthode QR, méthode d'itérations de sous-espaces et
- méthode d'Arnoldi. Décomposition en valeurs singulières et application aux inverses généralisés. (3 semaines)

4. Contenu : Motivation : discrétisation des E.D.P., régression, analyse factorielle. Résolution des systèmes : méthodes directes, méthodes itératives, gradient conjugué préconditionné. Problème de moindres carrés et inverses généralisés. Applications. Calcul des valeurs et vecteur

5. s propres. Décomposition en valeurs singulières et applications aux inverses généralisés.

6. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

7. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

8. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

9. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

10. Bibliographie

ACTU1213 : Résolution numérique des EDO et EDP

1. Prérequis :

2. Objectif général:

- Approfondir les notions de base sur l'approximation des fonctions et l'intégration numérique ;

- Approfondir les notions de convergence et de stabilité des méthodes numériques pour les systèmes d'équations différentielles.
- Introduire les premières méthodes de résolution des équations différentielles stochastiques.
- Développer les méthodes de différences finies pour les équations aux dérivées partielles ;

3. Objectifs spécifiques:

- Approximation des fonctions
 - Interpolation polynômial
 - Rappel sur l'interpolation de Lagrange et de Newton
 - Interpolation d'Hermite
 - Théorème de Hermite-Genocchi
 - Splines cubiques
 - Polynômes orthogonaux et théorie de l'approximation
 - Séries de Fourier généralisées
 - Interpolation de Tchebyshev
 - Moindres carrés
 - Intégration numérique
 - Équations et systèmes d'équations différentielles
 - Problème de Cauchy
 - Rappel des méthodes classiques à un pas
 - Méthodes explicites et implicites
 - Consistance et stabilité, convergence
 - Stabilité absolue
 - Méthodes à pas multiples
 - Introduction aux équations différentielles stochastiques
 - Introduction aux équations aux dérivées partielles
 - Équations de transport d'ordre 1
 - Équations elliptique, de la chaleur et des ondes
 - Méthodes de différences finies
4. **Contenu** : Approximation des fonctions. Intégration numérique. Méthodes numériques pour les systèmes d'équations différentielles. Différences finies pour les équations aux dérivées partielles.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1214: Optimisation

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: Ce cours vise à introduire la modélisation linéaire, et les deux grandes classes de méthodes servant aux réseaux, à savoir l'algorithme du simplexe, incluant ses variantes, et les méthodes de points intérieurs.
3. **Objectifs spécifiques**: Une classe importante de problèmes fera en outre l'objet d'un traitement particulier, à savoir les modèles de flots dans les réseaux. Le cours examinera en détail les méthodes de résolution plutôt que de développer l'apprentissage des logiciels implantant ces méthodes.

4. **Contenu** : Ce cours offre un premier contact avec les notions liées à la convexité et à la dualité en optimisation. On y présente les principes de base de l'analyse convexe et le concept de problème dual est introduit dans le cadre de la théorie des perturbations. On y considère aussi la notion de lagrangien augmenté. Ces bases servent ensuite à asseoir diverses applications dont la programmation non linéaire classique et des problèmes de commande optimale ou d'inéquations variationnelles. Chaque fois que la chose sera possible, on traduira les concepts théoriques en méthodes numériques permettant le calcul effectif des solutions dérivées.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE5 : Mathématiques et Statistique I

ACTU1215 : Analyse de tableaux et de fréquence (Statistique descriptive)

1. **Prérequis** : Le cours "Statistique mathématique " (ou un cours équivalent) est un préalable absolument essentiel à ce cours.
2. **Objectif général**: Ce cours vise à rendre l'étudiant apte à bien comprendre et utiliser les modèles et méthodes d'inférence pour des données discrètes.
3. **Objectifs spécifiques**:
 À la fin du cours, l'étudiant ou l'étudiante devra être capable :
 - d'utiliser les lois de probabilité discrètes usuelles;
 - d'analyser des tableaux de fréquences à deux variables à l'aide des techniques usuelles: test d'indépendance du khi-deux, test exact de Fisher, rapport de cotes, risque relatif et variable ordinale;
 - d'analyser des tableaux de fréquences à trois variables en distinguant l'association conditionnelle de l'association marginale et en étant conscient du paradoxe de Simpson;
 - d'utiliser des modèles linéaires généralisés pour analyser des données discrètes;
 - d'effectuer des analyses de régression Poisson et de régression logistique, de faire des tests sur les paramètres, d'étudier l'ajustement du modèle et de faire la sélection des variables;
 - d'utiliser des modèles loglinéaires pour analyser des tableaux de fréquences de grande dimension;
 - de mettre en oeuvre les analyses vues au cours en se servant de logiciels tels SAS et R.
4. **Contenu** : Tableaux de fréquences à deux variables : proportions, rapport de cotes et risque relatif, tests et mesures d'association, variables ordinales, données appariées. Tableaux de fréquences à trois variables : association marginale et association conditionnelle, paradoxe de Simpson. Modèles linéaires généralisés : régression de Poisson et régression logistique binaire, conditionnelle, ordinale et multinomiale, sélection des variables et mesure de l'ajustement des modèles. Analyse des données à l'aide de logiciels statistiques.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1216 : Statistique mathématique avancée

1. **Prérequis** : Analyse statistique des risques actuariels. Statistique mathématique
2. **Objectif général**: À la fin du cours, l'étudiant(e) devra être en mesure de bien connaître le calcul des probabilités et la statistique mathématique afin de pouvoir poursuivre encore ses études ou de les utiliser dans un cadre professionnel.
3. **Objectifs spécifiques**:
 - Dominer les notions de probabilité nécessaires à la statistique mathématique.
 - Être capable de faire des transformations de variables aléatoires et de calculer des lois dans le cas discret et continu.
 - Dominer les notions de convergences stochastiques, les lois des grands nombres et le théorème central limite.
 - Bien connaître les modèles, en particulier les modèles exponentiels.
 - Dominer les notions d'exhaustivité, de complétion, de liberté, en vue d'améliorer les estimateurs.
 - Bien connaître les inégalités d'information et la méthode du maximum de vraisemblance.
 - Avoir de bonnes notions d'estimation bayésienne, d'estimation minimax, d'estimateurs admissibles.
 - Savoir utiliser les tests, que ce soit dans le cas d'hypothèses simples comme dans le cas d'hypothèses multiples.
4. **Contenu**: Variables aléatoires. Lois et méthodes de calcul multidimensionnel. Notions de convergence et théorèmes limites. Théorie de l'estimation ponctuelle et par région de confiance : approches classique, bayésienne et par la vraisemblance. Théorie des tests : approche de Neyman et Pearson, test du rapport des vraisemblances, tests d'adéquation.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1217 : Théorie et applications des méthodes de régression

1. **Prérequis** : Il n'y a pas de prérequis pour ce cours. Cependant, l'étudiant doit s'assurer de posséder assez rapidement une bonne maîtrise des notions de base en algèbre linéaire, en probabilité et en inférence statistique.
2. **Objectif général**: À la fin du cours, l'étudiant doit être en mesure de bien comprendre les modèles de régression, d'en connaître les propriétés et d'utiliser de façon appropriée ces modèles dans le cadre d'analyses de données.
3. **Objectifs spécifiques**:
 - Être capable de bien interpréter la valeur des paramètres des différents modèles de régression vus en classe en termes du problème d'analyse de données considéré.

- Connaître les méthodes d'estimation, d'inférence et de prévision propres à chaque modèle de régression ainsi que leurs propriétés.
 - Être en mesure de choisir le bon type de modèle de régression pour une analyse donnée.
 - Comprendre les méthodes de sélection de modèle et être en mesure de les appliquer lors d'analyses de données.
 - Être capable de valider un modèle à l'aide des méthodes appropriées.
 - Être en mesure d'identifier les données aberrantes et/ou influentes présentes dans un jeu de données.
 - Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des jeux de données, tant à la main qu'à l'aide d'un ordinateur.
4. **Contenu** : Rappel de la régression linéaire simple. Régression linéaire multiple : interprétation du modèle, inférence, théorème de Gauss-Markov, étapes d'une analyse de régression. Modèles de régression mixtes : interprétation, effets aléatoires, inférence et validation. Modèles linéaires généralisés : modèles, inférence et validation. Méthodes d'analyse de données longitudinales.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE 6: Mathématiques et Statistique II

ACTU1218 : Analyse des durées de vie

1. **Prérequis**
2. **Objectif général**: A la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles de durée de vie et de les utiliser pour analyser des données censurées ou tronquées.
3. **Objectifs spécifiques**
 - Connaître les fonctions utilisées en modélisation de la durée de vie ainsi que leurs propriétés.
 - Comprendre et reconnaître les différents types de censure et de troncation.
 - Être capable de déduire la fonction de vraisemblance d'échantillons censurés et/ou tronqués, en notation conventionnelle ou en utilisant les processus de dénombrement, et d'utiliser la théorie de la vraisemblance pour obtenir des inférences sur la durée de vie.
 - Connaître les méthodes d'inférence non-paramétriques pour les fonctions de survie et de risque, leurs propriétés et être capable de les appliquer à des données sur la durée de vie
 - Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle semi-paramétrique de régression des risques proportionnels (modèle de Cox).
 - Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle log-linéaire paramétrique de régression.
 - Être en mesure de tester des hypothèses ou de faire des prévisions sur la durée de vie à partir des modèles de régression de Cox ou de vie accélérée.
 - Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des données sur la durée de vie, tant à la main qu'à partir des logiciels SAS et R.

4. **Contenu :** Révision des lois usuelles en durée de vie, censure et troncation, processus de dénombrement et martingales, estimateurs non paramétriques : Nelson-Aalen et Kaplan-Meier, tests d'hypothèse à un, deux ou k échantillons, régression et modèle des risques proportionnels de Cox, fonctions de vraisemblance marginale et partielle, modèles de durée de vie accélérée log-linéaires : estimation et tests d'adéquation.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1219 :Statistique bayésienne

1. **Prérequis :** Aucun prérequis n'est demandé pour ce cours. Cependant, l'étudiant devra s'assurer de posséder très rapidement une excellente maîtrise des notions de base en probabilité et en statistique mathématique.
2. **Objectif général:** L'objectif de ce cours est de proposer une étude, à la fois calculatoire, pratique et numérique des principaux modèles bayésiens. Pour atteindre cet objectif, on aborde les modèles paramétriques de bases : observations binomiales, normales ou multinomiales et modèle linéaire en considérant des lois a priori conjuguées et des lois a priori non-informatives. On présente également les techniques du calcul bayésien d'un point de vue théorique et surtout pratique à travers des modèles plus sophistiqués (méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC) et applications aux modèles de base.
3. **Objectifs spécifiques:** former l'étudiant pour:
 - Bien comprendre la philosophie de la statistique bayésienne;
 - Connaître les différentes méthodes de spécification de la loi a priori et être capable de les utiliser convenablement;
 - Être capable d'obtenir de façon analytique les lois a posteriori et prédictives lorsque cela est possible et de s'en servir pour faire des inférences;
 - Être en mesure de valider les différentes hypothèses faites par le modèle, d'évaluer son ajustement aux données et de mesurer la sensibilité des conclusions au choix de la loi a priori;
 - Bien comprendre les méthodes numériques de calcul des lois a posteriori basées sur les techniques MCMC et être capable de les appliquer avec rigueur;
 - Être capable d'appliquer la théorie et les méthodes bayésienne à des analyses de modèles, tant de façon analytique qu'à l'aide de logiciels.
4. **Contenu :** Introduction à la philosophie d'estimation bayésienne : loi a priori, vraisemblance, loi a posteriori. Particularité des lois a priori. Inférence : estimation ponctuelle, intervalle de crédibilité. Famille exponentielle et lois a priori conjuguées. Modèles hiérarchiques. Méthodes de calcul des lois a posteriori : échantillonneur de Gibbs et autres algorithmes de simulation. Application à des problèmes précis, tels que le traitement de données manquantes et les modèles linéaires et non linéaires de régression mixtes. Apprentissage d'un logiciel approprié tel Winbugs.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ACTU1220 : Statistique non paramétrique

1. **Prérequis :** Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n
2. **Objectif général:** À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable:
 - de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué;
 - d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons
 - indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets;
 - d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs;
 - de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.
3. **Objectifs spécifiques: L'étudiant devra savoir :**
 - Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants
Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.
 - Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets
Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants
Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance à un facteur; étude du cas des tableaux de fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets
Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar
 - Tests de tendance et tests d'indépendance
Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.
 - Introduction au bootstrap
Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.
4. **Contenu :** Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation. Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation. Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs. Introduction au « bootstrap ».

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE7 : Mathématiques et Statistique III

ACTU1221 : Statistique computationnelle

1. **Prérequis :** Une bonne connaissance de la statistique mathématique et, plus particulièrement, de la théorie de l'estimation. Une familiarité avec l'utilisation des ordinateurs est un atout important. Il n'est pas nécessaire de connaître la programmation mais cela est un autre atout important.
2. **Objectif général:** Initier à quelques méthodes statistiques faisant appel à l'ordinateur de façon intensive.
3. **Objectifs spécifiques:**

Après avoir suivi ce cours, l'étudiant(e) devra savoir:

1. estimer la variance, le biais et autres caractéristiques de la loi d'une statistique à l'aide du jackknife et du bootstrap;
2. construire un intervalle de confiance au moyen de quelques techniques fondées sur le bootstrap;
3. estimer une densité de façon non paramétrique, tant avec l'histogramme, que le polygone de fréquence et la méthode du noyau;
4. estimer une fonction de régression de façon non paramétrique, tant par la méthode de régression polynomiale locale que par des fonctions splines;
5. choisir un paramètre de lissage pour l'estimation non paramétrique d'une densité ou d'une fonction de régression;
6. utiliser des méthodes de simulations pour générer des données ou calculer numériquement des intégrales; appliquer l'algorithme EM à des problèmes complexes de maximisation d'une fonction de vraisemblance;
7. maîtriser le progiciel statistique R dans ses applications suivantes:
 - la manipulation des principaux types de données;
 - la création de fonctions et de graphiques;
 - la simulation de variables aléatoires;
 - les quatre types de méthodes vues en classe : le rééchantillonnage, le lissage, l'optimisation et la simulation de données.

4. **Contenu :** Thèmes choisis parmi les suivants : analyse exploratoire de données; rééchantillonnage (« jackknife », « bootstrap »); lissage (estimation de densité), régression non paramétrique, « splines »; optimisation (problèmes de maximisation), algorithme espérance maximisation (EM); méthodes de Monte Carlo (introduction, intégration, optimisation).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

ACTU1222 : Processus aléatoires

1. **Prérequis** :

2. **Objectif général**: Maîtriser la théorie des processus stochastiques et leurs applications.

3. **Objectifs spécifiques**:

À la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

- de faire des calculs de probabilité et d'espérance par conditionnement,
- de distinguer les principaux types de processus aléatoires et de reconnaître les situations où ils s'appliquent,
- d'analyser des chaînes de Markov à espaces d'états discrets, aussi bien en temps discret qu'en temps continu,
- d'utiliser les modèles élémentaires de marches aléatoires, de processus de Poisson, de processus de ramification, de processus de naissance et de mort et de file d'attente,
- d'utiliser le mouvement brownien pour approximer une marche aléatoire ou pour modéliser certains phénomènes aléatoires simples

4. **Contenu** : Probabilités et espérances conditionnelles. Chaînes de Markov à temps discret et chaînes de Markov à temps continu. Irréductibilité, apériodicité, récurrence, loi stationnaire, ergodicité. Quelques modèles classiques : marches aléatoires, processus de ramifications, processus de Poisson, processus de naissances et de morts, modèles de files d'attente. Introduction au mouvement brownien.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

8.2. Master II Parcours actuariat

UE 1 : Mathématiques Actuarielles II

ACTU2301 : Mathématique de dommages 3 crédits

1. **Prérequis** : Maîtrise des concepts de base de la statistique et du calcul des probabilités, du niveau des cours LFSAB1105 et LSTAT2020, des assurances dommages, du niveau du cours d'assurance vie II.

2. **Objectif général** : Techniques actuarielles de segmentation a priori et a posteriori pour les produits d'assurance incendie, accidents et risques divers.

3. **Objectifs spécifiques** :

- Maîtriser la Nécessité et limite à la classification des risques
- Maîtriser l'Analyse a priori à l'aide des modèles linéaires généralisés
- Maîtriser les Grands sinistres et théorie des valeurs extrêmes
- Maîtriser la Tarification sur base de données de panel
- Maîtriser les Modèles de crédibilité

4. **Contenu :**

- Nécessité et limite à la classification des risques
 - Analyse a priori à l'aide des modèles linéaires généralisés
 - Grands sinistres et théorie des valeurs extrêmes
 - Tarification sur base de données de panel
 - Modèles de crédibilité
 - Échelles bonus-malus
5. **Méthodologie de l'enseignement :** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées
9. **Biographie :**

ACTU2302 : Assurance des personnes 2 crédits

1. **Prérequis :**

2. **Objectif général :** La dénomination d'assurance vie recouvre aujourd'hui des opérations de capitalisation : l'assureur collecte de l'épargne avec mission de placer cette épargne pour en restituer le produit à l'échéance.

3. **Objectifs spécifiques :**

1- Un objectif d'épargne ou placement financier

L'assurance vie est présentée par les assureurs et par les banques comme un outil de valorisation de votre épargne et de diversification du fait de son large choix de supports et de classes d'actifs. Vous pouvez investir dans des placements très sécuritaires tout comme investir sur des marchés actions plus risqués.

L'assureur va donc placer votre épargne en bourse, le but étant que ce placement vous rapporte une plus-value.

Nous verrons plus loin que verser de l'argent dans une assurance vie présente un réel danger en cas de crises boursières comme nous l'avons connu en 2007-2008.

2- Un objectif de protection ou prévoyance

L'assurance vie est aussi un outil de protection de ses proches. Le capital décès est directement versé par l'assureur et permet de mettre rapidement à disposition de ses bénéficiaires un capital disponible avec une fiscalité successorale avantageuse .

Il est aussi possible de souscrire un contrat rente survie. Cette option permet de garantir à un handicapé le versement de prestations pour subvenir à ses besoins. En cas de décès du souscripteur, la personne handicapée désignée bénéficiaire du contrat percevra alors les prestations liées au contrat rente survie.

Autre option des contrats d'assurance vie : le nantissement (ou mise en garantie). Le souscripteur peut en effet nantir son contrat au profit d'un créancier en garantie du remboursement d'une dette. Pendant le temps de cette garantie, le contrat d'assurance vie continue à produire des intérêts.

3- un objectif de transmission successorale

Lors du décès de l'assuré, le capital garanti du contrat est versé aux bénéficiaires désignés préalablement par le souscripteur. L'assurance vie permet de privilégier des personnes tierces y compris des personnes sans droits successoraux ou de filiation avec le souscripteur. La clause bénéficiaire permet ainsi d'organiser nommément sa succession en privilégiant le(s) bénéficiaire(s) que le souscripteur aura choisi.

Les règles régissant le contrat d'assurance vie permet d'échapper aux contraintes du droit des successions : les sommes transmises au décès se font hors succession et sans tenir compte de la réserve successorale prévue par les articles 912 à 917 du Code civil.

L'assurance vie permet donc de transmettre une partie de son patrimoine à des personnes qui ne sont pas héritiers (notamment à un « amant » aux dépens d'un époux légitime) ou d'avantager un héritier par rapport aux autres.

Ainsi, peut-on accorder à la personne de son choix, sous réserve de quelques précautions, un avantage dépassant la quotité disponible afin notamment :

- de compenser des inégalités entre enfants, ou d'avantager certains d'entre eux ;
- d'assurer l'avenir d'un enfant handicapé ;
- de pourvoir aux frais d'éducation d'un enfant ou de lui constituer une dot ;
- de faire des legs particuliers ;
- de constituer des liquidités immédiatement disponibles lors de son décès pour, soit payer des legs, soit faciliter un partage surtout dans ce dernier cas, si la succession est composée de biens immobiliers dont la réalisation hâtive serait désastreuse ;
- de permettre à l'un de ses héritiers de conserver un bien familial en lui procurant la somme nécessaire au désintéressement de ses cohéritiers.

La souscription d'un contrat au bénéfice du conjoint survivant permet à celui-ci :

- de recevoir plus que la quotité disponible entre époux sans léser les héritiers ;
- de conserver le logement commun ou le fonds de commerce exploité en commun en ayant à sa disposition la soulte nécessaire pour désintéresser les héritiers de l'époux décédé.

4. Contenu :

Partie I : Assurance vie

Assurance vie sur une tête, Assurance vie sur une tête à sortie multiples, Assurance vie sur deux têtes

Partie II Assurance de Personne : Approche markovienne

Garantie perte d'emplois

Assurance hospitalisation

Modèle markovien de tarification des assurances de personnes

Parti III Assurances de personnes : Approche semi-markovienne

Assurance incapacité-invalidité

Modèle semi-markovien de tarification des assurances de personnes

Parti IV Aspects actuariels

Valeurs de rachat et participations bénéficiaires

La « juste valeur » des contrats d'assurance

5. Méthodologie de l'enseignement : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard

8. Profil de l'enseignant : PhD en actuariat, mathématiques financières et ou mathématiques appliquées

9. Bibliographie :

ACTU2303: Économétrie appliquée 2 crédits

1. **Prérequis :**

2. **Objectif général :** Ce cours vise à familiariser l'étudiant avec les nombreuses dimensions d'ordre pratique soulevées par l'utilisation des méthodes économétriques et des techniques d'estimation.

3. **Objectifs spécifiques :**

4. **Contenu :** Ce cours vise à familiariser l'étudiant avec les nombreuses dimensions d'ordre pratique soulevées par l'utilisation des méthodes économétriques et des techniques d'estimation. L'accent est ainsi mis sur des problèmes de modélisation et d'application et l'étudiant est censé avoir acquis une connaissance de base en statistique.

5. **Méthodologie de l'enseignement :** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, en actuariat, en mathématiques appliquées

9. **Biographie :**

UE2: Sciences économiques et finances II**ACTU2304 :Macro-économie 3 crédits**

1. **Prérequis :**

2. **Objectif général :** L'objectif du cours est de faire un survol des techniques disponibles pour modéliser et pour faire des prévisions des séries chronologiques.

3. **Objectifs spécifiques :**

4. **Contenu :** Introduction théorique et pratique à l'économétrie des séries chronologiques. Rappels d'algèbre linéaire et de probabilités; modèles linéaires univariés et multivariés; analyse spectrale; filtre de Kalman; hétéroscédasticité conditionnelle et modèles en temps

continu. Méthodes bayésiennes et chaînes markoviennes abordées si le temps le permet.
Applications en économie et en finance.

5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, en actuariat, en mathématiques appliquées
9. **Biographie** :

ACTU2305: Économétrie financière 3 crédits

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général** : Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les techniques économétriques couramment appliquées aux données financières. Pour ce faire, le cours parcourra quelques grandes théories de la finance (Bachelier, Markowitz, CAPM, etc.) et présentera les méthodes économétriques permettant leur application. Cela impliquera notamment une étude approfondie des modèles unidimensionnels à variables explicatives retardées, des processus autorégressifs et à moyenne mobile et des modèles à volatilité. Enfin, nous couvrirons certains modèles multidimensionnels de volatilité utilisés dans l'optimisation de portefeuille
3. **Objectifs spécifiques** :
4. **Contenu** : Ce cours porte sur l'analyse économétrique des données financières. Après une introduction aux modèles linéaires - des modèles autorégressifs, des moyennes mobiles ainsi que des représentations espace-état (filtre de Kalman) - une attention particulière est portée sur la modélisation de la volatilité. On étudie les modèles de type ARCH, GARCH ainsi que des modèles de la volatilité stochastique.
5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées
9. **Biographie** :

ACTU2306: Micro-économie 3 crédits

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général** : Maîtriser la théorie du consommateur et du producteur.
3. **Objectifs spécifiques** :
 - Maîtriser la Théorie des choix du consommateur
 - Maîtriser la demande de consommation
 - Maîtriser la théorie des ensembles et Fonctions de Production
 - Maîtriser le Choix des facteurs et coûts de production
 - Maîtriser la Détermination du volume de production d'une entreprise concurrentielle
4. **Contenu** :
 - Théorie des choix du consommateur
 - La demande de consommation
 - Ensembles et Fonctions de Production
 - Choix des facteurs et coûts de production
 - Détermination du volume de production d'une entreprise concurrentielle
5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en Economie et Applications.
9. **Biographie** :

UE3: Sciences de calcul.

ACTU2307: Ingénierie des logiciels III 3 crédits

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général** : Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : d'appliquer les principes fondamentaux du génie logiciel pour développer des produits de qualité.
3. **Objectifs spécifiques** :
 - Comprendre et appliquer les concepts spécifiques au processus de développement de logiciels
 - Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme (génie informatique)
 - Déterminer les besoins des clients et élaborer un cahier des charges
 - Déterminer les besoins des clients et les contraintes économiques, réglementaires et législatives, environnementales
4. **Contenu** : Caractéristiques du produit logiciel. Processus de développement logiciel et modèles de cycle de vie. Phases du cycle de vie. Techniques d'analyse, cahier des charges. Spécifications formelles. Conception, interface utilisateur, prototypage. Vérification et validation. Maintenance. Gestion de la qualité, des coûts, métriques.
5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : **Matériel standard + Ordinateur**
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées
9. **Biographie** :

ACTU2308: Méthodes numériques avancés pour les EDPs 3 crédits

1. **Prérequis** : Analyse fonctionnelle, Résolution numérique des EDO et des EDP
2. **Objectif général** : Le but du cours est de donner la base théorique et numérique pour la résolution des équations aux dérivées partielles. On y étudiera en particulier le problème d'existence et d'unicité de nombreux problèmes aux limites de type elliptique et parabolique, ainsi que leurs discrétisations. La méthode des éléments finis sera la méthode utilisée à cette fin. On discutera de la mise en oeuvre de cette méthode.
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtriser
 - La Théorie générale des EDPs et les distributions
 - Les Méthodes des différences finies
 - Les Méthodes des Éléments finies
4. **Contenu** : Rappel sur les E.D.P. Notions de distributions. Espaces de Sobolev. Problèmes aux limites elliptiques : formulation variationnelle, existence et unicité, exemples. Méthodes des différences finies : problèmes elliptiques, paraboliques, équation de transport. Éléments finis pour les problèmes elliptiques : dimensions 1 et 2, éléments finis de Lagrange, estimation d'erreur, intégration numérique.
5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : **Matériel standard + Ordinateur**
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées

9. Biographie :

UE4 : Compétences spéciales

ACTU2309: Formations aux compétences informationnelles 3 crédits

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général :** développer l'autonomie par rapport à la recherche, à la gestion et à l'utilisation éthique de l'information
3. **Objectifs spécifiques :**
 - développer l'autonomie par rapport à la recherche,
 - développer l'autonomie par rapport à la gestion
 - développer l'autonomie par rapport à l'utilisation éthique de l'information;
 - développer le sens critique face aux sources d'information et au monde de l'édition scientifique
4. **Contenu :** Ce cours vise à développer l'autonomie par rapport à la recherche, à la gestion et à l'utilisation éthique de l'information; ainsi qu'à développer le sens critique face aux sources d'information et au monde de l'édition scientifique.
5. **Méthodologie de l'enseignement :** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées
9. **Biographie :**

ACTU2310: Sujets spéciaux 3 crédits

1. **Prérequis :** Tous les cours
2. **Objectif général:** Développer un sujet de travail en rapport avec la spécialité.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Maitriser la dissertation d'un travail de spécialisation dans le parcours de formation.
 - Maitriser les techniques de rédaction et de rapportage
4. **Contenu:** Le contenu dépend du sujet donné.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit et Oral
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :**
9. **Biographie :**

UE5. Activité de recherche

ACTU2411: Lectures dirigés 3 crédits

1. **Prérequis :** Tous les cours
2. **Objectif général:** Développer un sujet de travail en rapport avec la spécialité.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Maitriser la dissertation d'un travail de spécialisation dans le parcours de formation.
 - Maitriser les techniques de rédaction et de rapportage

4. **Contenu:** Le contenu dépend du sujet donné.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit et Oral
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :**
9. **Biographie :**

ACTU2412: Activité de Recherche 3 crédits

1. **Prérequis :** Tous les cours
2. **Objectif général:** Développer un sujet de recherche en rapport avec la spécialité.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Maîtriser les techniques applicables en Méthodologie de recherche dans le parcours de formation.
 - Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage
4. **Contenu:** Le contenu dépend du sujet donné.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit et Oral
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Statistiques et Application
9. **Bibliographie :**

ACTU2413: Théorie et application des méthodes de régression 3 crédits

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général :** À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles de régression, d'en connaître les propriétés et d'utiliser de façon appropriée ces modèles dans le cadre d'analyses de données.
3. **Objectifs spécifiques :**
 - ✗ Être capable de bien interpréter la valeur des paramètres des différents modèles de régression vus en classe en termes du problème d'analyse de données considéré.
 - ✗ Connaître les méthodes d'estimation, d'inférence et de prévision propres à chaque modèle de régression ainsi que leurs propriétés.
 - ✗ Être en mesure de choisir le bon type de modèle de régression pour une analyse donnée.
 - ✗ Comprendre les méthodes de sélection de modèle et être en mesure de les appliquer lors d'analyses de données.
 - ✗ Être capable de valider un modèle à l'aide des méthodes appropriées.
 - ✗ Être en mesure d'identifier les données aberrantes et/ou influentes présentes dans un jeu de données.
 - ✗ Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des jeux de données, tant à la main qu'à l'aide d'un ordinateur.
4. **Contenu :** Rappel de la régression linéaire simple. Régression linéaire multiple : interprétation du modèle, inférence, théorème de Gauss-Markov, étapes d'une analyse de régression. Modèles de régression mixtes : interprétation, effets aléatoires, inférence et

validation. Modèles linéaires généralisés : modèles, inférence et validation. Méthodes d'analyse de données longitudinales.

5. **Méthodologie de l'enseignement** : Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : **Matériel standard + Ordinateur**
8. **Profil**
9. **de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées
10. **Biographie** :

I.2. Master Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Financières

1. Description

Dans le monde d'aujourd'hui, l'abondance d'informations, de données et de connaissances qui peuvent être explorées, a réuni, à acquérir une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents afin d'être en mesure de prendre de meilleures décisions.

Les produits financiers sont de plus en plus sophistiqués et les outils de l'ingénierie financière sont de plus en plus élaborés. L'internationalisation des marchés des capitaux ne fait qu'accroître la complexité des problèmes à traiter. Chaque jour, le gestionnaire financier est confronté aux questions de couverture de risques de change et de risques de taux d'intérêt.

Le programme de Finance a pour premier objectif d'apprendre à maîtriser les différents marchés financiers (internationaux, à terme, conditionnels, ...) et les techniques de gestion financière évoluées comme la gestion optimale des portefeuilles.

2. Objectifs du programme

2.1. Objectif global

Le programme a pour premier objectif d'apprendre à maîtriser les différents marchés financiers (internationaux, à terme, conditionnels, ...) et les techniques de gestion financière évoluées comme la gestion optimale des portefeuilles ainsi que la théorie du risque.

2.2. Objectifs Spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Dans ce programme en Ingénierie des Risques Financières,

- La formation est à la fois théorique et pratique. Tous les éléments théoriques envisagés sont illustrés par des cas concrets. Elle comprend les aspects quantitatifs (modélisation, algorithmes, ...) de la mécanique des produits financiers et des méthodes de gestion.
- Les outils informatiques et la technologie multimédia sont également utilisés.

- Le programme vous offre un outil de simulation financière de tout premier ordre. Il s'agit des meilleures interfaces d'information financière, dont un terminal, et de modules de simulations de transactions boursières.
- donne à l'étudiant les connaissances fondamentales en Ingénierie des risques financières;
- familiarise l'étudiant avec les principales méthodes de l'Ingénierie des risques financières, tant sur le plan de la conception des algorithmes, l'implémentation et que sur le plan de l'analyse et l'interprétation scientifique des résultats et des données financières;
- apprend à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel ou scientifique.

2.2.2. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la prise de décision aux fins services publics et privés;
- Compétences analytiques pour comprendre les impacts de l'Ingénierie des risques financières sur les individus, les organisations et la société;
- Capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Connaissances et compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine de l'Ingénierie des risques financières et de la théorie managériale des marchés et des bourses.

2.2.3. Objectifs de Développement individuel

- Le programme de l'Ingénierie des risques financières ISTA est conçu pour produire un développement personnel pour les diplômés. Les objectifs du programme sont les suivants:
- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche tout au long de la vie;
- Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de la recherche opérationnelle ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

En analysant le programme de l'Ingénierie des risques financières de l'ISTA, nous constatons que les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation de l'Ingénierie des risques financières dans les industries, l'administration publique et privée.

- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation statistique des TIC sur le lieu de travail.
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à l'Ingénierie des risques financières et ses applications.
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques appliquées et des sciences naturelles pertinentes à l'Ingénierie des risques financières .
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de l'Ingénierie des risques financières sur la société et l'environnement.
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans la prise de décision et le développement de logiciels de l'Ingénierie des risques financières .

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en Ingénierie des risques financières.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels économique et statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de l'Ingénierie des risques financières sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde économique réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des outils de l'Ingénierie des risques financières nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en Ingénierie des risques financières et en économie appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- L'optimisation des fonctions continues et des problèmes de nature combinatoire en Entreprise IT concepts, planification de la production, la planification et la gestion de la chaîne d'approvisionnement ;
- La modélisation et la prise de décision en vertu aléatoire, par exemple, en théorie, faire la queue et de la simulation ;
- Estimation et identification de modèles mathématiques et des modèles d'ajustement aux données ;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels de l'Ingénierie des risques financières ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;

- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données ;
- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Elaborer des hypothèses de recherche imprévues initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée ;
- Tester des hypothèses statistiques ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiance ou des estimateurs ponctuels.

c. *Compétences interpersonnelles*

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en recherche opérationnelle.

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Actuariat et Finances , Parcours Ingénierie des risques financières.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;

- les institutions d'éducation et de la recherche - développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master **en Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des risques financières** est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalents, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en mathématiques, en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin. **Il s'agit d'un** programme de deux ans qui conduit au titre de Master of Science (M.Sc.).

7. Maquette

7.1 Master I Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 1							
UE1 : Théorie du risque financière		135					9
Analyse financière	IREF1101	45	30	15			3
Risque de crédit : VAR	IREF1102	45	35	10			3
Comptabilité financière et normes IFRS	IREF1103	45	20	10			3
UE2 : Logiciels statistique		105					6
Programmation R console	IREF1104	45	30	15			3
Logiciels Appliquées (STATA, SAS, SPSS)	IREF1105	45	30		15		3
UE3 : Outils de programmation		90					6
Programmation VBA, PYTHON	IREF1106	45	20		10		3
Programmation Matlab	IREF1107	45	30	5	10		3
UE4 : Mesure économique		135					9
Economie de l'Innovation	IREF1108	45	20	10			3
Econométrie Financière I	IREF1109	45	45	10			3
Statistiques et analyse des données	IREF1110	45	20		25		3

Total semestre 1		450					30
Semestre 2							
UE5 : Théorie d'analyse des données		135					9
Scoring	IREF1211	45	30	15			3
Analyse de données	IREF1212	45	30	15			3
Finance stochastique avec CRR, B&S, Montercarlo	IREF1213	45	30		15		3
UE6 : Economie et Finance		90					6
Dynamiques Industrielles macroéconométrique	IREF1214	45	30	15			3
Marché des Capitaux et Gestion de Portefeuille	IREF1215	45	30	15			3
UE7 : Modélisation		135					9
Modélisation de la croissance économique	IREF1216	45	30	15			3
Economie de l'Incertain	IREF1217	45	30	15			3
Economie de l'environnement	IREF1218	45	30	15			3
UE8 : Cours d'appui		90					6
Anglais de la finance	IREF1219	30	20	25			2
Reglementation Financière	IREF1220	30	20	25			2
Théorie des jeux	IREF1221	30					2
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

7.2 Master II Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE1 : Finance avancée		150					10
Produits dérivés	IREF2301	45	30	15			3
Simulation stochastique et applications en finance	IREF2302	60	35	25			4
Théorie financière	IREF2303	45	20	10			3
UE2 : Théorie financière II		135					9
Econométrie Financière II	IREF2304	45	30	15			3
Finance empirique	IREF2305	45	30	15			3
Finance en temps continu	IREF2306	45	30	15			3

UE3 : Méthode numérique		90					6
Résolution numérique des EDO et EDP	IREF2307	45	30		15		3
Modèle probabiliste en gestion	IREF2308	45	30		15		3
UE4 : Méthodologie et Communication		75					5
Méthodologie de recherche	IREF2309	30	30	5	10		2
Communication	IREF2310	45	30	15			3
Total semestre 3		450					30
Semestre 4							
UE5 : Stage /Mémoire		450					30
Stage d'intégration en finance	IREF2411	150					10
Mémoire	IREF2412	300					20
Total semestre 4		450					30
Total annuel		900					60

8. Descriptifs des cours Master Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières

8.1 Master I Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières

UE1 : Théorie du risque financière IREF1101 : Analyse financière

1. **Prérequis** : Analyse financière classique (analyse fonctionnelle ou liquidative du bilan, soldes intermédiaires de gestion, capacités d'autofinancement, ...), Gestion financière de l'entreprise
2. **Objectif** : Déterminer les outils qui permettent d'apprécier la santé financière d'une entreprise en s'attachant principalement à rechercher la trésorerie qu'elle dégage.
3. **Objectifs spécifiques** :
 - Connaître les techniques de détermination du risque lié à l'absence de trésorerie pouvant conduire à la disparition d'une entreprise ;
 - Connaître la construction du tableau de financement, des tableaux pluriannuels de flux et d'autres techniques ;
 - Apprendre la notion de prévention des entreprises en difficulté et les différentes méthodes utilisées pour anticiper un dépôt de bilan ;
 - Appréhender les formes de financement domestiques et internationaux permettant de reconstituer la trésorerie.

- 4. Contenu :** Définition de l'analyse financière approfondie ; Rappel de cours (Les documents comptables et ce qu'on y trouve, Connaissances de base en analyse financière) ; Le concept de trésorerie : introduction aux tableaux de flux (Utilités et modalités du tableau de financement, Construction et modalités de lecture du tableau pluriannuel de flux financiers) ; Les risques financiers : prévention des entreprises en difficultés (La rentabilité et l'effet levier ; La prévention des entreprises en difficultés) ; La trésorerie et le financement (Généralités, Les règles d'octroi des financements, Les financements domestiques, Les financements internationaux).
- 5. Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
- 6. Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
- 7. Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
- 8. Profil de l'Enseignant:** PhD en gestion financière des entreprises.

9. Bibliographie

IREF1102: Risque de crédit : VaR

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif :** Le but de ce cours est, d'une part de décrire l'ensemble de la chaîne du risque de crédit dans la banque (marché du crédit cash et dérivé, gestion du risque, mesure de performance, allocation de capital et gestion d'un portefeuille bancaire), et d'autre part de donner aux étudiants, au travers d'un cours plus concret, une vision de leur futur métier d'ingénieur financier.
- 3. Objectifs spécifiques :** Maîtriser
- La Description de l'activité bancaire
 - La modélisation du défaut
 - Les Structurés de crédit
 - Le risque de corrélation défavorable
 - Les Modèles de portefeuille
- 4. Contenu :** Description de l'activité bancaire ; Obligations et prêts bancaires (Financement obligataire, Mesure de la qualité de signature : le rating, Financement par prêt bancaire aux entreprises, Modélisation du risque de défaut sur les prêts bancaires) ; La modélisation du défaut (La définition du défaut, Dynamique des ratings, La modélisation du défaut : approche structurelle, Modèles à intensité) ; Les Credit Default Swaps (Description des CDS, CDS vs. Obligation, Primes running vs. Upfront, Évaluation des CDS, Indices de crédit) ; Structurés de crédit (First to Default, CDO : principes et schémas de montage, Economics _ d'un CDO, Les Asset Backed Securities (ABS)); Risque de contrepartie (La modélisation de l'exposition à la date de défaut, Le risque de corrélation défavorable, La Credit Value Adjustment (CVA)) ; Risques sur les activités de banque de détail (,Description du marché retail, La vie d'un crédit) ; Modèles de portefeuille (Corrélation des défauts, Le portefeuille granulaire homogène, 0 Modèles de stress testing) ; Capital, provisions et pilotage (Provisions, Le capital, Capital réglementaire, Capital économique, Les mesures de rentabilité, Economic Value Added (EVA) : la richesse créée)
- 5. Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
- 6. Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
- 7. Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
- 8. Profil de l'Enseignant:** PhD en économie bancaire
- 9. Bibliographie**

IREF1103: Comptabilité financière et normes IFRS

1. **Prérequis:**
2. **Objectif:** L'objet de ce cours est de présenter et de développer les éléments nécessaires à la compréhension des IFRS et de leurs impacts.
3. **Objectifs spécifiques:** A l'issue du cours, les étudiants doivent être en mesure de :
 - Maîtriser les enjeux de l'harmonisation comptable internationale
 - Appréhender le cadre comptable défini par l'International Standard Committee
 - Étudier de façon détaillée les principales normes I.F.R.S. (International Financial Reporting Standard)
 - Appréhender et analyser les différences fondamentales entre les normes françaises (PCG 99) et les normes IFRS.
 - Définir des règles de passage des comptes au référentiel I.F.R.S.
 - Accompagner le changement de normes dans sa propre structure
 - Identifier l'impact des normes sur le système d'information et sur la communication financière de l'entreprise
4. **Contenu:**
 - Introduction : le cadre institutionnel et le cadre conceptuel des IFRS**
 1. L'adoption des normes par l'UE
 2. Les instances de normalisation
 3. L'actualité des normes
 4. Le cadre conceptuel des IFRS
 - Partie 1 – La présentation des comptes en IFRS**
 1. La présentation des comptes et la première adoption des IFRS (IAS 1 / IFRS 1)
 2. L'approche économique des IFRS (IFRS 8 et IFRS 16)
 - Partie 2 – IFRS : Quelques principes clés**
 1. Le principe de la juste valeur (fair value ; IFRS 13)
 2. Les instruments financiers (IAS 32 / IAS 39 / IFRS 7 / IFRS 9)
 3. La détermination du résultat (IAS 18 / IAS 11 / IAS 20 / IFRS 15)
 - Partie 3 – IFRS et comptes consolidés**
 1. Les enjeux des comptes consolidés
 2. Les méthodes de consolidation (IFRS 10, 11 et 12)
5. **Méthodologie:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques.
6. **Méthode d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Finance ou Economie
9. **Bibliographie:**

UE2 : Logiciels statistique

IREF1104 : Programmation R console

1. Prérequis :

2. **Objectif général** : Ce cours a pour objectif d'amener l'étudiant à une maîtrise avancée de R, de sorte qu'il puisse utiliser ce langage pour programmer et implanter de nouvelles méthodes de calcul d'une manière efficiente et réutilisable.

3. **Objectifs spécifiques** : Ce cours a pour objectif d'aider l'étudiant à maîtriser la matière suivante :

- concepts de base en R (session R, commandes, utilisation de fonctions et de packages, environnement de travail, environnement de développement RStudio, obtenir de l'aide, etc.);
- manipulation de données en R (type de structures de données, extraction de données, lecture et écriture dans des fichiers externes,
- nettoyage, fusion et mise en forme de jeux de données, etc.);
- calculs de base en R (opérations mathématiques, fonctions statistiques de base, calculs vectoriels et matriciels, etc.);
- création de graphiques en R (fonctions de base, ajout d'éléments à un graphique de base, autres systèmes graphiques : lattice et ggplot2, etc.);
- rédaction de rapports intégrant du texte, des commandes et des sorties R avec R Markdown;
- concepts plus avancés de calculs en R (tests statistiques, ajustement de modèles, algèbre linéaire, optimisation numérique, etc.);
- programmation en R (structures de contrôle, création de fonctions (arguments, corps de la fonction, portée lexicale, sortie),
- méthodes S3, tests, gestion des exceptions, débogage, etc.);
- développement de packages (structure de fichiers, documentation, commandes de compilation, etc.);
- amélioration de code R (bonnes pratiques, optimisation de temps d'exécution, métaprogrammation, etc.).

4. **Contenu** : L'étudiant apprend à : comprendre ce que fait un programme R donné, faire ses propres programmes R (y compris des énoncés conditionnels, des boucles si nécessaire, des calculs vectoriels), créer des fonctions R et savoir les documenter, déboguer un programme R et l'optimiser en termes de temps de calcul.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

IREF1105 : Logiciels appliqués (STATA, SAS, SPSS)

1. Prérequis :

2. **Objectif** : Présenter aux étudiants une introduction à la syntaxe de base du progiciel Stata et une initiation à la manipulation des données et leur traitement statistique et à la rédaction des rapports à l'aide du logiciel SAS

3. **Objectifs spécifiques** : À la fin de cet atelier pratique, les étudiants seront capables de

- utiliser la programmation pour manipuler des fichiers, transformer des données et réaliser des traitements statistiques de base.
- Écrire et tester le programme qui exécute l'algorithme voulu.

- Déterminer les variables qui seront les paramètres de la macro, celles qui rendront facilement généralisable à d'autres usages le programme ainsi conçu.
- Transformer en macros variables les variables ainsi identifiées. Elles seront regroupées en tête de programme, initialisées et documentées.
- Tester les fonctionnalités du programme en variant les valeurs des paramètres / macros variables.
- Encapsuler le programme dans une macro commande
- Faire exécuter la macro commande à SAS.
- Tester l'appel de la macro en respectant scrupuleusement l'ordre des paramètres

4. Contenu :

- L'environnement de Stata
- Fenêtres et type de fichiers
- Les programmes « do file » et le « do-file editor »
- Le journal du programme « log file »
- L'utilisation de l'éditeur de texte
- Travail sous forme interactive et sous forme différée
- Début d'une séance de travail : version, capture, set memory, clear, set more, log using, log close, local
- Ouvrir et sauvegarder une base de données : use, save
- La syntaxe de base d'une instruction
- Exploration d'une base de données : browse, edit, describe, list, codebook, count
- Les types de variables : numériques et alphanumériques
- Définition du nom et du descripteur d'une variable : label define, label values, label variable, label copy, label list, label drop, rename, renpfix.
- Transformation d'une variable alphanumérique en variable numérique : destring, encode
- Transformation d'une variable numérique en variable alphanumérique : tostring, decode
- Tableau de fréquences et statistiques descriptives : tabulate, summarize, tabstat, table
- Les opérateurs logiques.
- Poser des conditions à une instruction : « if »
- Création d'une nouvelle variable : generate, replace, egen
- Transformation d'une variable : recode
- Traitement des valeurs manquantes « missing values » : mvencode
- Ordonner les variables : order, aorder
- Ordonner les observations : sort, gsort
- Éliminer ou conserver une variable / une observation : drop, keep
- Concaténation, fusion et jointure des bases de données : merge, append, joinby.
- Remodeler une base de données : reshape long, reshape wide
- Instructions de base pour obtenir des corrélations et des régressions
- Récapitulation : Quelques astuces pour rédiger un programme de traitement de données destiné à l'exécution avec Stata Dans sa première partie, ce cours a pour but d'expliquer le fonctionnement de l'étape DATA, comment organiser les données en entrée et en sortie, travailler avec différents types de données, lire des données sous différents formats, manipuler et modifier des fichiers, créer des rapports. Au cours de la seconde partie, certaines procédures fondamentales pour la manipulation et l'analyse descriptive des données sont présentées : PROC FREQ, PROC TABULATE, PROC MEANS ainsi que la création de graphiques au moyen de SAS.
-

- 5. Méthodologie:** La formation se déroulera entièrement en salle Les participants auront à réaliser des exercices qui utilisent le fichier de microdonnées à grande enquête statistique
- 6. Méthode d'évaluation :** Projet
- 7. Matériel d'enseignements:** Ordinateurs
- 8. Profil de l'Enseignant:** PhD en Statistiques, Spécialiste de STATA.
- 9. Bibliographie**

UE3 : Outils de programmation

IREF1106: Programmation VBA, PYTHON

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif :** Ce cours introduit les principaux paradigmes de programmation servant à la résolution de problèmes en informatique. Il couvre notamment les programmations procédurale, fonctionnelle, orientée objet et événementielle. Pour illustrer ces paradigmes, il utilise le langage Python.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Déterminer les besoins et fixer les objectifs d'un logiciel
 - Maîtriser la Conception et spécifications des fonctionnalités du logiciel.
 - Maîtriser la modélisation et le codage du logiciel
 - Conduire le processus des tests unitaires et des tests d'intégration.
 - Maîtriser le déploiement et la Maintenance corrective
- 4. Contenu :**Paradigmes et langages de programmation. Introduction à la résolution de problèmes avec Python. Programmation procédurale : instructions, expressions, types de données, flux conditionnels, boucles de répétitions. Spécification d'un problème et décomposition fonctionnelle. Programmation modulaire. Paradigme de l'orienté objet. Interface graphique. Notions de boîte noire, d'interface, de précondition et de post-condition. Traitement des erreurs et mécanisme de gestion des exceptions. Récursivité.
- 5. Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
- 6. Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
- 7. Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
- 8. Profil de l'Enseignant:** Analyste programmeur avec Python et VBA
- 9. Bibliographie**

IREF1107: Programmation Matlab

 - 1. Prérequis :**
 - 2. Objectif :**Apprendre le calcul numérique/scientifique, la visualisation, la programmation et l'analyse des données en manipulant directement et interactivement des données matricielles.
 - 3. Objectifs spécifiques :**
 - Être efficace en calcul numérique, analyse et visualisation de données en particulier.
 - Être capable de développer dans le langage de MATLAB doté notamment de structures de contrôles des fonctions d'entrée-sortie et de visualisation 2D et 3D, outils de construction d'interface utilisateur graphique

- Permettre à l'étudiant d'élaborer ses propres fonctions ainsi que de véritables programmes ("M-files") appelés scripts
4. **Contenu :** Notions de base, Workspace, environnement, commandes OS, Constantes, opérateurs et fonctions de base, Objets : vecteurs, matrices, chaînes, tableaux multidim. et cellulaires, structures, Diverses autres notions, Graphiques, images, animations, Programmation : Généralités ; Éditeur et debugger ; Interaction écran/clavier, warnings/erreurs, debugging ; Structures de contrôle (for, while, if, switch-case, try-catch); Autres commandes program. ; Scripts, mode batch ; Fonctions, P-Code ; Entrées-sorties, formats, fichiers ; Interfaces graphiques (GUI)
 5. **Méthodologie:** Cours magistral, Exercices et Application sur ordinateur.
 6. **Méthode d'évaluation :** Projet.
 7. **Matériel d'enseignements:** Ordinateur
 8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Mathématiques appliquées, Spécialiste de MATLAB.
 9. **Bibliographie**

UE4 : Mesure économique

IREF1108 : Economie de l'Innovation

1. Prérequis

2. Objectif global : L'objectif global est d'apprendre aux étudiants les concepts de l'économie de l'innovation en mettant en pratique les inventions, leur incubation et leur développement industriel. L'innovation peut être technologique ou organisationnelle.

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser

- Le poids des activités d'innovation dans l'économie,
- La décision d'innover et son environnement,
- L'Innovation et externalités,
- Le Débat sur l'origine du progrès technique

4. Contenu :

Introduction, Le poids des activités d'innovation dans l'économie, La décision d'innover et son environnement, Innovation et externalités Maîtrisés, Débat sur l'origine du progrès technique

5. Méthodologie d'enseignements

6. Méthodologie d'évaluation

7. Matériel

8. Profil de l'enseignant

9. Bibliographie

IREF1109 : Économétrie Financière I

1. Prérequis : L'étudiant doit connaître les concepts de base du modèle linéaire classique.

2. Objectif : Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les techniques économétriques couramment appliquées aux données financières.

3. Objectifs spécifiques : Le cours parcourra quelques grandes théories de la finance (Bachelier, Markowitz, CAPM, etc.) et présentera les méthodes économétriques permettant leur application. Cela impliquera notamment une étude approfondie des modèles unidimensionnels à variables explicatives retardées, des processus autorégressifs et à

moyenne mobile et des modèles à volatilité. Enfin, nous couvrirons certains modèles multidimensionnels de volatilité utilisés dans l'optimisation de portefeuille (BEKK, DCC, etc.).

4. Contenu :

Sujet 1 - Introduction

1. Présentation du plan de cours.
2. Qu'est-ce qu'un processus stochastique ?
3. Ergodicité et stationarité.
4. Types de convergence.
5. Application : L'approche de Bachelier.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 1 et 2.

Sujet 2 – Petits ou grands échantillons ?

1. Application : l'approche de Markowitz.
2. Révision de la régression linéaire en petits échantillons.
3. Motivation de l'étude avec de grands échantillons.
4. Les modèles autorégressifs.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 1 et 2.

Sujet 3 – Régressions linéaires en échantillon large

1. Test d'autocorrélation.
2. Application : l'efficacité des marchés.
3. La régression linéaire en échantillon large.
4. Les régressions à variables retardées.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 6.

Sujet 4 – Modèle d'évaluation des actifs financiers (CAPM)

1. Application : le CAPM.
2. Processus à moyenne mobile.
3. Processus autorégressifs à moyenne mobile.
4. Introduction au maximum de vraisemblance.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 6.

Sujet 5 – Propriétés du maximum de vraisemblance

1. Consistance de l'estimateur.
2. Normalité asymptotique de l'estimateur.
3. Les tests d'hypothèses : la trinité
4. Application : le processus HARMA et la volatilité réalisée.

Sujet 6 – Les modèles de volatilité

1. Résumé des faits stylisés des séries financières.
2. Les processus ARCH et GARCH.
3. Propriétés et estimation.

Sujet 7 – La valeur à risque

1. Le test d'Engle et Manganelli
2. Présentation des mesures de risque : la valeur à risque et 'Expected shortfall'
3. Les propriétés désirables de ces mesures.
4. Application : calcul et test de la valeur à risque.

Sujet 8 – Les modèles de volatilité multivariés

1. Le modèle CCC.
2. Le processus BEKK.
3. Le modèle DCC.
4. Application : SRISK et la régulation financière.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Économétrie et Application

9. Bibliographie

IREF1110 :Statistiques et analyse des données

Prérequis :

2. Objectif global : L'analyse statistique multivariée consiste à analyser et comprendre des données de grande dimension.

3. Objectifs spécifiques :

- Rappels et compléments d'algèbre linéaire Décompositions de matrices
- Maîtriser et Analyse en Composantes Principales
- Maîtriser et Analyse Canonique des Corrélations
- Maîtriser et Analyse des Correspondances
- Maîtriser et Analyse des Correspondances Multiples
- Maîtriser et Analyse Discriminante
- Maîtriser et Classification, segmentation

4. Contenu :

Rappels et compléments d'algèbre linéaire

Décompositions de matrices

Les projecteurs .

Sous espaces supplémentaires et projecteurs .

Matrices carrées diagonalisables

Décomposition en valeurs singulières

Les projecteurs M-orthogonaux.

Analyse en Composantes Principales

ACP par projection : approche géométrique

Représentations graphiques et aide à l'interprétation.

Les individus

Les variables

Propriétés asymptotiques des estimateurs de composantes principales ACP par minimisation de l'erreur .

Changement de métrique dans l'espace des individus et poids sur les individus .

Analyse Canonique des Corrélations

Interprétation géométrique de l'analyse canonique

Analyse canonique ordinaire

Analyse canonique généralisée .

Représentations graphiques .

Représentation des variables

Représentation des individus

Interprétation probabiliste de l'analyse canonique

Rappel : analyse en composante principale .

4.5.2 Modèle probabiliste pour l'analyse canonique .

Analyse des Correspondances

Introduction

Modèle d'indépendance

Test du chi 2

AFC et indépendance .

Analyse factorielle des correspondances

Nuages de points .

l'AFC proprement dite

Représentation graphique Biplot

Représentation barycentrique

Interprétation des résultats de l'AFC

Valeurs propres

Contribution des modalités

Interprétation en terme de reconstruction des effectifs

6 Analyse des Correspondances Multiples

Tableau disjonctif complet

Tableau de Burt

Tableau des χ^2

Analyse Factorielle des Correspondances Multiples

AFC du tableau disjonctif complet relatif à 2 variables .

AFC du tableau disjonctif complet

AFC du tableau de Burt

Interprétation .

Représentation des individus .

Représentation des variables .

Représentation simultanée

Individus et variables supplémentaires

Les variables continues

Analyse Discriminante

Analyse discriminante décisionnelle

Règle de décision

Risque de Bayes

Cas de variables aléatoires gaussiennes
 Cas de variables dépendantes quelconques
 Analyse factorielle discriminante
 Variances interclasse et intraclasse
 Axes et variables discriminantes
 Une ACP particulière
 Sélection de modèle et MANOVA
 Validation de modèle
 Classification, segmentation
 Distances et similarités
 Similarité entre des objets à structure binaire .
 Distance entre des objets à variables nominales.
 Distance entre des objets à variables continues.
 Classification hiérarchique ascendante
 Méthode des centres mobiles
 Généralisations
 Modèles de mélange
 Combinaison de différentes méthodes de classification

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

UE5: Théorie et analyse des données

IREF1211 : Scoring(cfr Bootstrap)

1. Prérequis: Économétrie des séries temporelles

2. Objectif global:L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique des méthodes de simulations.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser l'application des méthodes de simulation avec le logiciel SAS.
- Maîtriser l'analyse discriminante de Fisher ;
- Maîtriser l'analyse discriminante logistique : Validation d'un modèle de scoring,
- Maîtriser les Méthodes de Monte Carlo ; Les Méthodes du Bootstrap.

4. Contenu:Fondements ; Classifieurs Bayesiens ; Analyse discriminante de Fisher ;

Analyse discriminante logistique : Validation d'un modèle de scoring, Les Méthodes de Monte Carlo ; Les Méthodes du Bootstrap.

5. Méthodologie d'enseignement : Cours Magistral et Travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen Écrits

7. Matériels d'enseignement : Matériel Standard

8. Profil d'enseignement : PhD en statistique ou économétrie

9. Bibliographie : Davidson, R. et J. G. MacKinnon (2003), *Econometric Theory and Methods*, Oxford University Press.; Davidson, R. et J. G. MacKinnon (1993), *Estimation and Inference in*

Econometrics, New York: Oxford University Press; Davison, A. C. et D. V. Hinkley (1997), Bootstrap Methods and their Application. Cambridge: Cambridge University Press.

IREF1212 : Analyse de données

1. Prérequis :

2. Objectif : La maîtrise du risque de défaillance des emprunteurs est un enjeu majeur pour un établissement de crédit. L'objectif du prêteur est donc d'identifier, parmi les demandeurs de crédit, les individus les plus risqués (qui ont une forte probabilité de ne pas rembourser leur crédit). Ainsi, la plupart des établissements de crédit utilisent des scores pour estimer le risque du demandeur, que ce soit un particulier pour un crédit auto, un crédit immobilier, ou une entreprise. Les variables utilisées par le score sont les informations caractéristiques du client (âge, revenu, CSP, situation matrimoniale, etc.) et celles du bien financé (prix de la voiture, apport personnel, nombre de pièces du logement, etc.). Disposant ainsi d'un outil de prévision, le prêteur peut alors piloter son risque par la politique d'octroi basée sur le score : refuser les individus dont la probabilité de défaillance est supérieure à une barre donnée. L'objectif de ce cours est de présenter la modélisation du risque de défaillance, les méthodes d'estimation, la performance de ces scores et leurs utilisations pratiques par les établissements de crédit

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser

- la problématique de l'analyse des données
- la manipulation des variables qualitatives, quantitatives, croisements, estimation par maximum de vraisemblance, Sélection endogène et réintégration des refusés,
- La Mesure de performance, Politique d'octroi, suivi de la qualité d'un score,
- L'application à la tarification différenciée, Scores polytomiques et scores de comportement.

4. Contenu : Présentation de la problématique - Modélisation par deux approches : LOGIT, PROBIT ou analyse discriminante, Méthodes d'estimation - Recherche des variables explicatives. Variables qualitatives, quantitatives, croisements, estimation par maximum de vraisemblance, Sélection endogène et réintégration des refusés, Mesure de performance, Politique d'octroi, suivi de la qualité d'un score, application à la tarification différenciée, Scores polytomiques et scores de comportement.

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en statistiques.

9. Bibliographie : BARDOS M., *Analyse discriminante : application au risque et au scoring financier*, Dunod. Paris - 2001. [23 BAR 02 A]

CELEUX G. et NAKACHE J. P., *Analyse discriminante sur variables qualitatives*, Polytechnica. Paris - 1994 [21 CEL 00 A]

GOURIEROUX C., *Econométrie des variables qualitatives*, Economica. Paris - 1989 [28 GOU 00 A]

GOURIEROUX C. and JASIAK J., *The econometrics of individual risk : credit, insurance and marketing*, Princeton University Press. 2007.

IREF1213 : Finance stochastique avec CRR, B&S, Montercarlo

1. Prérequis : Probabilités, Théorie de la mesure

- 2. Objectif :** Le but de ce cours est de présenter les processus stochastiques à temps continu usuels et de permettre aux étudiants des approfondissements dans des
- 3. Objectifs spécifiques :** Maîtriser
- l'analyse de la valorisation des actifs contingents Valorisation des actifs contingents en temps discret
 - la Valorisation des actifs contingents en temps continu,
 - l'Extension à la valorisation des options sur Futures et des options de change, éléments pour la gestion des options,
 - l'Extension au cas multidimensionnel) ;
 - les Méthodes numériques de résolution
- 4. Contenu :** Cadre général d'analyse de la valorisation des actifs contingents (Définition d'un actif, Théorie de l'arbitrage et probabilité neutre au risque, Théorie des marchés) ; Valorisation des actifs contingents en temps discret (Présentation générale d'un modèle binomial stationnaire, Valorisation des options européennes, américaines et asiatiques dans le modèle de Cox, Ross et Rubinstein – CRR-[1979], Valorisation des *fra, cap, floor et collar* sur taux d'intérêt dans le modèle de Ho et Lee [1986]) ; Valorisation des actifs contingents en temps continu (Mathématiques stochastiques, Equation fondamentale de la Finance, Le modèle de Black et Scholes [1973], Extension par la valorisation des options sur Futures et des options de change, Eléments pour la gestion des options, Extension au cas multidimensionnel) ; Méthodes numériques de résolution (Les méthodes de simulation, Les méthodes d'approximation)
- 5. Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
- 6. Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
- 7. Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
- 8. Profil de l'Enseignant:** PhD en gestion financière des entreprises.
- 9. Bibliographie**
- Aftalion, F. [1995], Marchés des changes et produits dérivés, PUF, Paris
- Augros, J-C. [1987], Finance, Economica, Paris
- Augros, J-C. [1989], Les Options sur Taux d'Intérêt, Economica, Paris
- Black, F. et M. Scholes [1973], The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, 81, 637-659
- Boissonnade, J. [1997], Les options exotiques, Editions Eska, Paris
- Cox, J.C., S. Ross et M. Rubinstein [1979], Option pricing : a simplified approach, *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263
- Cox, J.C. et M. Rubinstein [1985], Options Markets, Prentice-Hall, Englewood Cliffs
- Friedman [1975], Stochastic differential equations and applications, Academic Press, New York
- Gibson, R. [1993], L'évaluation des options, PUF, Paris
- Harrison, M.J. et D.M. Kreps [1979], Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets, *Journal of Economic Theory*, 29, 381-408
- Ho, T.S. et S. Lee [1986], Term structure movements and pricing interest rate contingent claims, *Journal of Finance*, 41, 1011-1028
- Lamberton, D. et B. Lapeyre [1991], Introduction au Calcul Stochastique Appliqué à la Finance, Ellipses, Paris
- Marquet, Y. [1988], Les marchés d'options négociables sur contrat à terme, Economica, Paris
- Montoye, T. [1995], Introduction à la programmation sous gauss, Global Design, Paris
- Rochet, J-C. et G. Demange [1992], Méthodes Mathématiques de la Finance, Economica, Paris
- Simon, Y. [1994], Les Marchés dérivés, *Gestion Poche*, Economica, Paris

Semestre 2

UE6 : Economie et finance

IREF1214:Dynamiques Industrielles et macro-économiques

1. Prérequis

2. Objectif global : Présenter une introduction aux modèles d'économie industrielle les plus fréquemment utilisés. Il s'agit d'étudier les causes et les modalités de la croissance économique. Une approche dynamique qui vise à rendre compte des modifications de l'économie, ainsi le temps devient une variable essentielle de l'analyse économique, une économie en évolution sur une longue période et généralement, dans ce cas, on substituera au niveau des variables les taux de croissance. D'un autre côté, on peut étudier les adaptations d'une économie au divers déséquilibres, ce sont donc des modèles avec délais et décalages, et il n'y a pas nécessaire l'idée d'une évolution à long terme. C'est une analyse macroéconomique, c'est-à-dire que l'on va s'intéresser aux mouvements des variables globales, ou bien d'un agent représentatif. On ne cherche pas à fonder le comportement des variables sur la rationalité des agents, contrairement à la microéconomie.

3. Objectifs spécifiques :

- Connaître la systémique d'une entreprise et ses composantes;
- Nommer différentes fonctions d'une industrie;
- Identifier les principaux partenaires externes;
- Comprendre l'influence de différents facteurs de l'environnement sur la dynamique de l'industrie. Les premiers modèles de croissance
- Le progrès technique et la croissance
- La régulation de la croissance par la répartition : Analyse postkeynésienne – l'école de Cambridge
- La critique cambridgienne de la fonction de production néoclassique
- LA MODÉLISATION MACRO-ÉCONOMÉTRIQUE DYNAMIQUE
- Approche VAR ET MEGIS

4. Contenu :

- L'industrie et son environnement,
- Théorie de l'oligopole statique,
- Théorie de l'oligopole dynamique,
- Relations verticales,
- Finance d'entreprise,
- Théorie des enchères.
- Les premiers modèles de croissance
- Le progrès technique et la croissance
- La régulation de la croissance par la répartition : Analyse postkeynésienne – l'école de Cambridge
- La critique cambridgienne de la fonction de production néoclassique
- LA MODÉLISATION MACRO-ÉCONOMÉTRIQUE DYNAMIQUE
- Approche VAR ET MEGIS

- Approche bayésienne

5. **Méthodologie d'enseignements** : Cours magistral

6. **Méthodologie d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant**: PhD en finance

9. **Bibliographie**

IREF1215 : Marché des capitaux et Gestion de portefeuille

1. **Prérequis** :

2. **Objectif** :Ce cours porte sur les principes et les étapes du processus de gestion d'un portefeuille institutionnel de valeurs mobilières. Une emphase particulière est mise sur la théorie du marché des capitaux qui nous propose une méthode de sélection de portefeuilles optimaux et des modèles d'évaluation des titres financiers. On discute aussi de la gestion de portefeuille dans le contexte de l'efficacité (ou l'inefficacité) des marchés. On examine également des applications reliées à la gestion de portefeuille, telles que l'évaluation de la performance, les types de fonds d'investissements et la diversification internationale. Ce cours permettra aux étudiants(es) se spécialisant en finance d'acquérir les fondements sur lesquels s'appuie la pratique moderne du placement en valeurs mobilières, de synthétiser la matière étudiée et de l'intégrer au domaine de la finance.

3. **Objectifs spécifiques** : Au terme de ce cours, les étudiants auront:

1. pris connaissance des études et théories fondamentales encadrant les actions des divers intervenants du domaine de la finance en relation avec les champs étudiés;
2. identifié et compris les modèles principaux menant à l'évaluation d'actifs et aux choix de portefeuilles optimaux;
3. identifié et compris les liens entre le comportement des individus et l'efficience des marchés et leurs impacts sur la gestion de portefeuille.

4. **Contenu** : Ce cours porte sur les principes et les étapes du processus de gestion d'un portefeuille institutionnel de valeurs mobilières. Un accent particulier est mis sur la théorie du marché des capitaux, qui nous propose une méthode de sélection de portefeuilles optimaux et des modèles d'évaluation des titres financiers. On discute aussi de la gestion de portefeuille dans le contexte de l'efficacité (ou de l'inefficacité) des marchés. On examine également des applications liées à la gestion de portefeuille, telles que l'évaluation de la performance, les principaux types de fonds d'investissements et la diversification internationale.

5. **Méthodologie**: Cours magistral.

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant**: PhD en finances ou en économie

9. **Bibliographie**

UE7: Modélisation

IREF1216: Modélisation de la croissance économique

1. Prérequis :

2. Objectif : L'objectif de ce cours est donc de présenter de manière la plus complète possible les concepts et théories de l'économie de la connaissance et de les appliquer à la compréhension de nos économies contemporaines et de leurs enjeux.

3. Objectifs spécifiques :

- Introduire la modélisation et simulation de la croissance économique
- Maîtriser la modélisation des Systèmes dynamiques,
- Maîtriser la théorie d'équilibre et stabilité,
- Maîtriser la théorie des Systèmes linéaires à temps continu,
- et des Systèmes linéaires à temps discret,
- Maîtriser la théorie des Systèmes non linéaires continus et discrètes en terme de croissance économique.

4. Contenu : Introduction à la modélisation et simulation, Systèmes dynamiques, Notions d'équilibre et stabilité, Systèmes linéaires à temps continu, Systèmes linéaires à temps discret, Systèmes non linéaires continus et discrètes, Simulation Monte Carlo, La simulation des systèmes à événements discrets, Les économies contemporaines fondées sur la connaissance, L'augmentation de la part du capital intangible, L'introduction des NTIC, La nécessité de changement comme source de croissance et de compétitivité, la connaissance source de l'innovation, L'innovation conçue comme un processus non linéaire, Organisation de la firme et système national d'innovation, les définitions, la production et la codification de la connaissance, Économie de l'information vs. économie de la connaissance, La production de la connaissance, La codification de la connaissance, les propriétés ambivalentes de la connaissance, les trois propriétés de la connaissance en tant que bien économique, problème du bien public et dilemme de la connaissance, dilemme de la connaissance et dimension tacite de la connaissance, Les régimes d'incitations à la création des connaissances : deux grands régimes d'incitation : marché privé et organisation publiques, avoirs ouverts et savoirs fermés, la gestion de la connaissance par les firmes, deux stratégies possibles, gestion de la connaissance et propriété intellectuelle, droits de propriété intellectuelle et privatisation de la connaissance, une privatisation sans précédent des bases de connaissance, l'excès de privatisation de la science ouverte en question, la géographie économique des connaissances, La polarisation spatiale des activités d'innovation et de production de la connaissance, La globalisation de la technologie par les firmes multinationales, technologies de l'information et de la communication et économie de la connaissance, Les nouvelles technologies de l'information et de la communication comme facteur du changement de régime de croissance, Les effets des nouvelles technologies de l'information et de la communication sur la production et la diffusion des connaissances économie de la connaissance et nouveau régime de croissance, croissance néoclassique versus croissance endogène externalités de réseaux, externalités de connaissance et croissance endogène, Les réalités actuelles

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en gestion financière des entreprises

9. Bibliographie

IREF1217: Economie de l'Incertain

1. **Prérequis :**
2. **Objectif :** Ce cours a pour objectif la maîtrise de l' Incertitude économique sur ma situation, sur les actions des autres , sur mes préférences futures, Les différents types d'incertitude en économie, Les enjeux de la prise en compte économique de l'incertitude, risque vs incertitude.
3. **Objectifs spécifiques :**
 - Maîtriser les Critères de décision individuelle en avenir risqué L'Espérance d'Utilité (EU) de Von Neumann-Morgenstern
 - Maîtriser les Remises en cause empiriques et modèles alternatifs à l'EU
 - Maîtriser les Critères de décision individuelle en avenir incertain
 - Maîtriser l'Incertitude stratégique sur les préférences
 - Maîtriser l'Incertitude stratégique en présence d'incertitude décisionnelle
 - Maîtriser l'incertitude stratégique en présence d'asymétrie informationnelle
4. **Contenu :** Introduction, Qu'est ce que l'incertitude ? Les différents types d'incertitude, Les enjeux de la prise en compte de l'incertitude : quelques exemples paroxystiques, Risque vs Incertitude
 Chap. 1. Critères de décision individuelle en avenir risqué
 - Chap. 2. L'Espérance d'Utilité (EU) de Von Neumann-Morgenstern
 - Chap 3. Remises en cause empiriques et modèles alternatifs à l'EU
 - Chap 4. Critères de décision individuelle en avenir incertain
 - Chap. 5. Incertitude stratégique sur les préférences
 - Chap. 6. Incertitude stratégique en présence d'incertitude décisionnelle
 - Chapitre 7. incertitude stratégique en présence d'asymétrie informationnelle
5. **Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en gestion financière des entreprises.
9. **Bibliographie**

Kast R. (1993), Théorie de la décision, Repères, La découverte

 - **Holt, C.A. (2007), Markets, Games and Economic Behavior, Wiley & sons.**
 - **Laffont, J.-J. (1990), Economie de l'incertain et de l'information, Dunod.**

IREF1218: Economie de l'environnement

1. Prérequis : Ce cours exige la maîtrise des concepts de base de la microéconomie qui sont enseignés dans les cours de principe ou d'introduction à la microéconomie. Bien que nous

effectuerons un bref rappel, il est fortement conseillé aux étudiants d'avoir à leur disposition un manuel d'introduction à la microéconomie afin de pouvoir s'y référer. À titre d'exemple, le manuel suivant peut servir de référence:

eParkin M., R. Bade et P. Gonzalez, Introduction à la microéconomie moderne , 4 édition, Éditions du renouveau pédagogique, 2010.

2. Objectifs du cours :

Les problèmes environnementaux, tels que les changements climatiques ou la pollution des eaux par exemple, font aujourd'hui l'objet de beaucoup d'attention. Ces problèmes et les politiques visant à y remédier ont très souvent une composante économique importante. Par exemple, comment évaluer les coûts et les bénéfices associés à la protection de la biodiversité? Les réglementations environnementales ont-elles un impact négatif ou positif sur la croissance économique? Quelle politique environnementale est la plus efficace (éco-taxe, création de marchés de droit de pollution, imposition de normes de pollution, etc.) ? L'objectif principal de ce cours est d'initier les étudiants aux principes et aux outils d'analyse utilisés par les économistes afin d'étudier les problèmes environnementaux.

3. Objectifs spécifiques :

Ce cours vise les objectifs spécifiques suivants:

1. Comprendre et prévoir les comportements des agents économiques en présence d'externalités environnementales et mettre en évidence la défaillance des marchés décentralisés dans ce contexte ;
2. Fournir des indications sur les instruments et les politiques publiques qui peuvent être mis en place afin de corriger cette défaillance des marchés ;
3. Étudier les méthodes développées par les économistes afin d'établir une valeur monétaire sur des biens non-marchands tels que la qualité de l'air, de l'eau, ou la vie humaine.

4. Contenu : Analyse économique, aspects théoriques et pratiques des problèmes environnementaux et des solutions qui peuvent y être proposées : politiques de contrôle des émissions polluantes (taxation des émissions de polluants, droits de pollution négociables, réglementations utilisées actuellement, etc.); propositions des économistes quant à l'évaluation monétaire des bénéfices et des coûts relatifs à la protection de l'environnement; problèmes d'actualité, tel l'effet de serre.

SECTION I : Introduction

1. Qu'est-ce que l'économie de l'environnement ?
2. Les liens entre l'économie et l'environnement
3. Application: les changements climatiques 1ere partie

SECTION II : Les outils de l'analyse

1. Bénéfices et coûts, demande et offre
2. Efficacité économique et marchés
3. Économie de la qualité environnementale
4. Application: les changements climatiques 2ème partie

SECTION III : Analyse des instruments de politique environnementale

1. Critères d'évaluation des politiques environnementales
2. Responsabilité légale, droits de propriété, approche volontaire et produits
3. Les normes
4. Taxes et subventions
5. Les systèmes de permis échangeables
6. Comparaison des politiques

SECTION IV : Analyse coûts-bénéfices

1. Introduction à l'ACB
2. Les bénéfices
3. Les coûts

SECTION V : Économie et Environnement : analyse globale

1. Croissance, environnement et développement durable
2. Commerce international et environnement
3. Les problèmes environnementaux globaux

Pratique d'examen

Approche pédagogique

Une partie importante de la matière sera exposée de manière magistrale. La participation active des étudiants est cependant fortement encouragée. Les diapositives seront disponibles sur le site web du cours le jour avant le cours dans la section Contenu et activités du site web . Elles comprennent des exercices qui seront traités en classe. Il est recommandé d'imprimer les pages contenant les exercices et de les amener en classe.

D'autres méthodes d'apprentissage pourraient éventuellement être utilisées comme par exemple, des présentations par des conférenciers externes, des vidéos, etc. Les étudiants seront également éventuellement invités à assister à des séminaires ou à des présentations organisés à l'extérieur du cours.

Pour retirer un maximum de ce cours, il est utile de faire les lectures recommandées dans le manuel même si les diapositives couvrent généralement la même matière. En effet, ces deux sources sont complémentaires: les diapositives présentent la matière de manière synthétique en insistant sur les points les plus techniques alors que le manuel offre une perspective plus descriptive et littéraire. Il est également très important de bien comprendre les exercices qui seront discutés en classe puisque ceux-ci proviennent d'anciens examens.

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en économie de l'environnement et applications.

9. Bibliographie

Économie et politique de l'environnement

Auteur : Barde, J.-P

Éditeur : Presses de l'Université de France (1992)

Économie et politiques de l'environnement

Auteur : Bonnieux, F. et B. Desaignes

Éditeur : Dalloz (1998)

Environmental Economics and Management : Theory, Policy and Applications (2e édition)

Auteur : Callan, S. J. et J. M. Thomas

Éditeur : Harcourt (2000)

Ecological Economics: an introduction

Auteur : Common M. et S. Stagl

Éditeur : Cambridge University Press (2005)

Économie du patrimoine naturel

Auteur : Desaignes, B. et P. Point

Éditeur : Économica (1993)

Economics and the Environment (5e édition)

Auteur : Goodstein, E. S.

Éditeur : Wiley (2008)

© Université Laval

Page 8 de 12 Cost-Benefit Analysis and the Environment

Auteur : Hanley, N. et C. L. Spash

Éditeur : Edward Elgar Publishing Company

The Economic Approach to Environmental and Natural Resources

Auteur : Kahn, J. R

Éditeur : Thomson/Southwestern Press (1998)

Économie et gestion de l'environnement

Auteur : Lesourd, J.-B

Éditeur : Librairie Droz (1996)

Environmental Economics

Auteur : McKittrick R (2008)

Accès numérique : Disponible gratuitement ici

Economics of Natural Resources and the Environment

Auteur : Pearce, D. W. et R. Kerry Turner

Éditeur : John Hopkins (1990)

L'environnement

Auteur : Schubert, K. et P. Zagamé

Éditeur : Vuibert (1998)

Environmental and Natural Resource Economics (7e édition)

Auteur : Tietenberg, T.

Éditeur : Addison Wesley Longham (2006)

Environmental Economics and Policy (3e édition)

Auteur : Tietenberg, T.

Éditeur : Addison Wesley Longham (2001)

UE8 : Cours d'appui

IREF1219 : Anglais de la finance

1. **Prérequis :**

2. **Objectif :** Ce cours est organisée pour vous donner les mécanismes, les méthodes et le vocabulaire nécessaires pour travailler dans un environnement financier anglophone et international dans lesquels la précision et l'à-propos sont décisifs.

3. **Objectifs spécifiques :**

- Une plus grande facilité à communiquer dans l'environnement financier
- Une parfaite maîtrise du champ lexical de l'anglais financier à l'oral notamment lors de négociations en face à face
- Des techniques rédactionnelles solides pour élaborer les rapports professionnels en anglais
- Prise de parole en réunion ou téléconférence

4. **Contenu :**

- l'acquisition du vocabulaire clé de la finance et l'exercice de son utilisation
- La terminologie financière dont les statuts de l'entreprise, les déclarations financières, les opérations de banque centrale, les opérations bancaires auprès des particuliers, les échanges internationaux, la gestion des risques, , la vente de services financiers, les marchés financiers
- Des techniques rédactionnelles pour produire des rapports clairs et précis
- Les techniques de communication indispensables à la négociation, surtout à un niveau décisionnaire

5. **Méthodologie:** Cours magistral.

6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:**

9. **Bibliographie**

IREF1220: Réglementation financière

1. **Prérequis :**

2. **Objectif :** Maîtriser les techniques de stabilité financière, de la protection des intérêts de la clientèle ainsi que du bon fonctionnement des marchés et des systèmes.

3. **Objectifs spécifiques :**

- Se familiariser à l'ensemble des acteurs de la finance, Banquiers, assureurs ou professionnels des marchés par rapport au développement durable.
- stabiliser la monnaie, le système financier ;
- stabiliser la protection des intérêts de la clientèle et des personnes physiques.

4. **Contenu :** stabilité monétaire, stabilité du système financier, la préservation des intérêts de la clientèle, notamment de personnes physiques, crédit à la consommation, de services de paiement et d'investissement ou encore des divers types de contrats d'assurance , le bon fonctionnement des systèmes de paiement.

5. **Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Finance.
9. **Bibliographie**

IREF1221 : Théorie des jeux

1. **Prérequis :**
2. **Objectif :** ce cours vise à familiariser les étudiants avec les outils du raisonnement stratégique et de la théorie des jeux. Ces outils sont d'application très large, en économie, en science politique, en management, en relations internationales, en criminologie, en résolution des conflits etc.
3. **Objectifs spécifiques :** À la fin du cours, les étudiants seront en mesure de :
 - expliquer, reformuler une liste de modèles classiques
 - mieux comprendre les modèles de la littérature académique qu'ils rencontrent
 - identifier clairement les mécanismes sous-jacents à leurs questions de recherche
 - Discuter, délimiter les hypothèses utilisés
 - Produire, créer, concevoir leurs propres modèles (en information complète)
4. **Contenu :**
 - dilemme du prisonnier, chicken, guerre des sexes en information complète et incomplète
 - jeux à somme nulle
 - vote séquentiel, stratégique, règles législatives
 - concurrence partisane statique et répétée avec 2 ou 3 partis
 - duopoles et oligopoles de Cournot, de Bertrand et de Stackelberg
 - tragédie des communs
 - tournois, duels, enchères
 - cheap talk, signaling, réputations, guerre d'attrition
5. **Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Economie ou domaine connexe
9. **Bibliographie**

8.2 Master II Actuariat et Finances, Parcours Ingénierie des Risques Économiques Et Financières

UE1 : Théorie financière I

IREF2301: Produits dérivés

1. **Prérequis :** Calcul stochastique appliqué ou Méthodes stochastiques en finance I

2. **Objectif** : Ce cours a pour but d'analyser de façon approfondie et intégrée les produits dérivés tant sur le plan théorique que pratique, et de faire le lien entre leurs marchés et ceux des titres traditionnels. Plus spécifiquement, le cours vise à donner au gestionnaire de portefeuille, à l'analyste financier et au spécialiste en finance corporative une formation complète en produits dérivés, notamment sur les principes d'évaluation par la mesure risque-neutre, les liens qui les unissent aux titres sous-jacents, les stratégies de couverture, de spéculation, d'arbitrage et d'assurance de portefeuille qui les utilisent.

3. **Objectifs spécifiques** :

- permettre aux étudiants de bien connaître les caractéristiques des produits dérivés et les modèles de référence permettant leur évaluation.
- permettre aux étudiants d'acquérir les bases sur lesquelles ils pourront s'appuyer pour déployer leurs connaissances en produits dérivés à diverses applications.

4. **Contenu** : Ce cours porte essentiellement sur les titres dérivés, qu'ils soient négociables ou non. Il a pour objet d'analyser de façon rigoureuse leurs marchés, tant sur le plan théorique que sur le plan pratique, et de faire le lien entre ces marchés et ceux des titres sous-jacents. Plus particulièrement, le cours vise à transmettre aux étudiants une compréhension solide de la nature des titres dérivés, de leurs marchés, des principes d'évaluation qui leur sont applicables, des liens qui les unissent aux titres sous-jacents et des stratégies de couverture, de spéculation et d'arbitrage qui leur sont propres. Les thématiques suivantes sont abordées : caractéristiques des marchés d'options et contrats à terme, contrats à terme sur denrées, contrats à terme financiers, stratégies d'arbitrage, couverture et réplication dans le contexte de l'arbre binomial, modèle de Black-Scholes-Merton, probabilités risque-neutre, formule de Black-Scholes, volatilité implicite, volatilité stochastique, simulation Monte Carlo, gestion des risques d'un portefeuille d'options, lettres grecques, options exotiques, simulation de portefeuille d'options et de contrats à termes. Cours avec séances de laboratoire, à l'aide du logiciel MATLAB ou autre logiciel équivalent.

5. **Méthodologie**: Cours magistral avec séances de laboratoire..

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant**: PhD en finances

9. **Bibliographie**

IREF2302 : Simulation stochastique et applications en finance

1. **Prérequis** :

2. **Objectif** : Le but du cours est d'appliquer les méthodes d'analyse numérique et de simulation à la résolution des équations aux dérivées partielles et des équations différentielles stochastiques que l'on trouve lors de l'évaluation des titres contingents dans des problèmes d'ingénierie financière. Les applications telles que les produits dérivés rédigés sur les taux d'intérêt et les options exotiques sont étudiées.

3. **Objectifs spécifiques** :

- Appliquer les techniques de simulation aux problèmes courants en finance comme l'étude de la valeur à risque (VaR),
- Evaluer des options à volatilité stochastique,
- Evaluer des produits dérivés sur les taux d'intérêt à taux stochastique et à volatilité stochastique,
- Evaluer des options dépendantes des sentiers ("pathdependent options")
- évaluation des options réelles.

4. **Contenu** :

Rappels des calculs de probabilités ; Introduction aux variables aléatoires ; Suites de variables aléatoires ; Introduction aux simulations par ordinateur des variables aléatoires ; Eléments fondamentaux de la méthode Monte Carlo ; Méthode des simulations Quasi Monte Carlo (QMC) ; Introduction aux processus aléatoires ; Résolution des équations différentielles stochastiques ; Approche générale pour la valorisation des titres contingents ; Evaluation des options par simulations Monte Carlo ; Structure à terme et dérivés de taux d'intérêt ; Le risque de crédit et la valorisation des titres corporatifs ; Cas d'application : portefeuille de garanties de prêts ; Gestion des risques et Valeur à Risque (VaR) ; VaR et Analyse en Composantes Principales (ACP)

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en finances

9. Bibliographie

IREF2303 : Théorie financière

1. Prérequis :

2. Objectif : Au terme de ce cours, les personnes inscrites devraient comprendre l'origine et les limites de la théorie micro-économique des décisions financières, ainsi que les fondements de la finance corporative moderne. Elles devraient aussi être en mesure d'en analyser les implications pour la gestion financière, puisqu'il « n'y a rien de plus pratique qu'une bonne théorie ».

3. Objectifs spécifiques : Les objectifs spécifiques du cours sont déclinés sous forme de questions auxquelles les étudiants devraient être à même de répondre à la fin du semestre:

Quelle est la méthode de la finance moderne? Quel a été son développement historique? Sur quels fondements est-ce que la théorie financière repose? Quelles sont les controverses du domaine de la finance? Quels sont les débats en théorie de la finance? Quels sont les enjeux principaux en recherche financière? En pratique financière? Comment peut-on évaluer la profitabilité potentielle d'un projet envisagé? Quels sont les différents critères de rentabilité? Sont-ils tous aussi utiles et précis les uns que les autres? Comment pouvons-nous discerner les bons critères des critères douteux?

Dans un monde (imaginaire!) sans incertitude, comment un individu prendrait-il ses décisions financières d'investissement, d'épargne, de consommation? À quoi ressemble le Capital Market Line dans un tel monde? Comment l'existence de marchés des capitaux est-elle bénéfiques pour tous les individus? Pourquoi trouvons-nous que la décision d'investissement est séparée de la décision de consommation? Comment pouvons-nous représenter simplement l'incertitude future des flux monétaires? Que sont les titres Arrow-Debreu et pourquoi sont-ils utiles pour comprendre l'évaluation de titres financiers? Comment pouvons-nous décrire l'aversion au risque des individus? Comment ceci affecte-t-il les décisions des individus? Quel est le lien entre l'assurance (financière) et l'aversion au risque? Quelle est la solution de Markowitz au problème classique de l'allocation optimale d'un portefeuille de titres financiers? Sur quelles bases ce modèle repose-t-il? Quels sont les principaux modèles d'évaluation d'actifs financiers? Sous quelles conditions (hypothèses) est-ce que chaque modèle est valide? Comment pouvons-nous montrer que le CAPM (MEDAF) est un cas particulier de l'APT de Ross? Quels sont les avantages et inconvénients de ces modèles? Comment pouvons-nous appliquer le CAPM (ou un autre modèle d'évaluation d'actifs financiers) pour calculer le coût du capital (CMPC ou WACC) d'un investissement ou d'une compagnie? Quelles sont les métriques de performance principales? Quels sont leurs avantages et inconvénients?

Comment un CA devrait-il structurer la rémunération d'un dirigeant? Quelles structures encouragent la prise de risque? Lesquelles encouragent la prudence? Comment évaluer une firme? Comment évaluer les options réelles (concrètes) existant au sein des projets d'une firme?

4. **Contenu :** Comment évaluer les options réelles (concrètes) existant au sein des projets d'une firme? Existe-t-il une structure du capital optimale? C'est-à-dire, la valeur de la firme est-elle influencée par son endettement? Notre conclusion dépend-elle des conditions fiscales du pays? De la possibilité de banqueroute de la firme endettée? Comment l'endettement affecte-t-il le beta de la firme, son coût du capital, coûts des fonds propres, etc.? Existe-t-il une politique optimale de dividende? La valeur de la firme est-elle influencée par la décision de verser des dividendes plutôt que réinvestir les bénéfices de la firme? Notre conclusion dépend-elle des conditions fiscales prévalentes? Qu'est-ce que l'asymétrie d'information en finance? Quel est son effet sur la rémunération des dirigeants et gestionnaires? Sur l'évaluation de firmes publiques? Sur la politique d'endettement de la firme? Sur la politique de dividende? Etc.
5. **Méthodologie:** Cours magistral.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en finances
9. **Bibliographie**

UE2 : Théorie financière II

IREF2304 : Econométrie Financière II

1. **Prérequis:**
2. **Objectif:** L'objectif général du cours est de développer les connaissances nécessaires pour faire des études empiriques et de la recherche en finance.
3. **Objectifs spécifiques :** Les objectifs spécifiques du cours sont:
 - Apprendre à identifier les caractéristiques empiriques des différents types de données financière;
 - Apprendre divers modèles économétriques qui peuvent capter ces caractéristiques;
 - Développer ses propres programmes informatiques pour la mise en oeuvre de ces modèles.
4. **Contenu :** Ce cours porte sur l'analyse économétrique avancée des données financières. Après une introduction aux modèles linéaires, une attention particulière est portée à la modélisation de la volatilité. On étudie les modèles de type ARCH, GARCH ainsi que des modèles de la volatilité stochastique. On introduit l'estimateur GMM dans le contexte des modèles d'évaluation d'actifs financiers. Enfin, on traite de sujets spéciaux liés aux enjeux économétriques actuels de la littérature financière tels que les échantillons finis, les problèmes d'identification et l'estimation bayésienne.
5. **Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard
8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en finances
9. **Bibliographie**

IREF2305 : Finance empirique

1. **Prérequis:**

2. Objectif: Ce séminaire de recherche permet à l'étudiant de se familiariser avec les principaux résultats et méthodes d'analyse des études empiriques récentes en finance.

3. Objectifs spécifiques :

- définir précisément la notion d'efficience des marchés
- déterminer les implications de l'efficience
- présenter les principaux tests de l'efficience
- proposer des résultats empiriques concernant l'efficience selon différentes approches
- Définir l'hypothèse d'efficience des marchés, etc

4. Contenu : Un effort particulier est apporté à l'intégration des connaissances, ainsi qu'à la compréhension des controverses qui agitent actuellement les études empiriques du Capital Asset Pricing, des marchés à terme et des marchés des taux de change.

5. Méthodologie: Exposés.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en finances ou économie

9. Bibliographie

IREF2306 : Finance en temps continu

1. Prérequis: Connaissance en calcul stochastique

2. Objectif: Au terme de ce cours, l'étudiant devrait être initié aux concepts et théories de base de la finance en temps continu et à leurs applications pratiques. Les notions acquises dans ce cours devraient permettre à l'étudiant d'avoir des connaissances de base nécessaires pour comprendre et développer des modèles de finance en temps continu.

3. Objectifs spécifiques : Au terme de ce cours, l'étudiant devrait être initié au calcul stochastique avec ses applications en finance. Il devrait :

- savoir utiliser le calcul stochastique dans la modélisation des problèmes en finance moderne,
- connaître les bases théoriques des modèles d'évaluation des actifs conditionnels et appliquer les méthodes d'analyse numérique d'approche probabiliste et par variables d'état à la résolution des équations aux dérivées partielles rencontrées lors de la valorisation des titres contingents ;
- avoir des connaissances de base nécessaires pour comprendre et étudier des systèmes complexes de finance en temps continu à partir des modèles de structure à terme du taux d'intérêt et du "spread" de crédit, d'évaluation des titres corporatifs, d'étude de la structure du capital des firmes et l'analyse des garanties financières.

4. Contenu : Ce cours initie les participants aux modèles d'évaluation des actifs conditionnels (la théorie des options) et aux sujets connexes comme la modélisation de la structure à terme des taux d'intérêt, l'évaluation des titres corporatifs, l'étude de la structure du capital et du risque de crédit. Il leur permet d'élargir leur connaissance des bases théoriques de la finance moderne à partir des processus à temps continu. Un effort sera porté à l'initiation au calcul stochastique avec ses applications en finance et à l'emploi des méthodes numériques pour l'évaluation des titres contingents.

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en statistique

9. Bibliographie

UE3 : Méthode numérique

IREF2307 : Résolution numérique des EDO et EDP

1. Prérequis : Cours de méthodes numériques ; Equations différentielles.

2. Objectif :

- Approfondir les notions de base sur l'approximation des fonctions et l'intégration numérique ;
- Approfondir les notions de convergence et de stabilité des méthodes numériques pour les systèmes d'équations différentielles.
- Introduire les premières méthodes de résolution des équations différentielles stochastiques.
- Développer les méthodes de différences finies pour les équations aux dérivées partielles ;

3. Objectifs spécifiques :

A la fin du chapitre, l'étudiant doit être capable de:

- Définir les schémas d'intégration d'Euler, Crank-Nicolson, Adams-Bashforth, Runge-Kutta pour les équations différentielles ordinaires
- Définir les nombres de CFL et de Fourier Combiner une formule aux différences finies et un schéma d'intégration en temps pour résoudre une équation aux dérivées partielles
- Effectuer l'analyse de stabilité de Von Newman d'une approximation spatio-temporelle

4. Contenu :

Approximation des fonctions. Intégration numérique. Méthodes numériques pour les systèmes d'équations différentielles. Différences finies pour les équations aux dérivées partielles.

5. Méthodologie: Cours magistral & Exercices.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en mathématiques

9. Bibliographie

IREF2308 : Modèle probabiliste en gestion

1. Prérequis :

2. Objectif : Ce cours vise l'acquisition des principaux concepts, modèles et méthodes d'analyse des systèmes aléatoires dynamiques avec application à des problèmes de gestion industrielle et financière ou en recherche.

3. Objectifs spécifiques : Au terme de ce cours, l'étudiant et l'étudiante devraient :

- Savoir reconnaître les problèmes de gestion dont l'analyse requiert des modèles probabilistes.

- Connaître les concepts fondamentaux de la modélisation stochastique, en particulier concernant les chaînes de Markov.
 - Savoir formuler des modèles stochastiques appropriés et bien comprendre les hypothèses sous-jacentes et leurs limitations, ainsi que leurs propriétés importantes.
 - Être capable de calculer, sur ordinateur, les principales mesures de performance pertinentes des systèmes stochastiques ainsi modélisés.
 - Pouvoir formuler et résoudre des modèles d'optimisation stochastique.
 - Savoir interpréter les résultats de ces calculs dans un contexte de décision.
 - Pouvoir utiliser de tels modèles comme outil d'analyse dans des projets de recherche.
4. **Contenu** : Ce cours porte sur l'analyse et la résolution de problèmes de gestion dans l'incertitude. On y examine les principaux concepts, modèles et méthodes de calcul basés sur les processus stochastiques, et on y apprend à analyser divers problèmes de gestion des opérations, de finance et de génie industriel, avec résolution sur ordinateur. Les sujets traités sont les suivants : processus de Poisson et de renouvellement, chaînes de Markov en temps discret et continu, files d'attente markoviennes, mouvement brownien et processus de diffusion, optimisation stochastique et processus décisionnels markoviens.
 5. **Méthodologie**: Cours magistral & Exercices.
 6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.
 7. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard
 8. **Profil de l'Enseignant**: PhD en finances ou gestion
 9. **Bibliographie**

UE4 : Méthodologie et Communication

IREF2309: Méthodologie de recherche

1. Prérequis :

2. **Objectif** : Apprendre aux étudiants, les différentes étapes d'un travail d'enquête et/ou de recherche et de se familiariser avec les différents outils de recherche (entretien, questionnaire, observation, recherche documentaire, revue de question...).

3. Objectifs spécifiques : Comprendre:

- Choix du cadre théorique ;
- Elaboration de la problématique ;
- Formulation des hypothèses ;
- Choix des outils méthodologiques ;
- Choix des outils statistiques.

4. Contenu :

- 1-La méthode de la recherche : généralités
- 2-Les stratégies de vérification
- 3-Le processus de recherche
- 4-La structure des mémoires
- 5-Le choix du sujet et du Directeur
- 6-La spécification de la problématique
- 7-Les questions de recherche
- 8-Les objectifs de recherche
- 9-La formulation des hypothèses
- 10-Les variables et les indicateurs
- 11-La revue de littérature
- 12-Les considérations d'ordre méthodologiques

13-La description du milieu de la population, de l'échantillon

14-Description du déroulement de la collecte des données

15-La présentation des résultats

16-La discussion des résultats

17-La conclusion de l'introduction

18-Les citations, notes et la bibliographie

19-La soutenance

20-Conseils pratique

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés et Travaux pratiques.

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit et pratiques.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard + Ordinateurs

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Education et Formation et applications

9. Bibliographie

IREF2310: Communication

1. Prérequis :

2. Objectif : A la fin de la formation, les étudiants doivent appréhender les concepts et principes fondamentaux de la communication ainsi que les différentes stratégies utilisées pour améliorer la communication et avoir des impacts plus positifs dans les échanges avec autrui.

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : Le cours est axé sur les notions suivantes:

Principes fondamentaux de la communication; stratégies utilisées pour améliorer la communication et avoir des impacts plus positifs dans les échanges avec autrui. Éléments de base de la communication (objectifs de la communication, transmetteur, récepteur, message, feedback, canal de transmission), structures de communication (formelle et informelle), types de communication (communication orale ou verbale, communication écrite, communication non verbale, communication symbolique, communication interpersonnelle), techniques utilisées dans chaque type de communication, enjeux de la communication (informatif, identitaire, influence, rationnel) stratégies de communication (stratégie du communicateur; stratégie de l'audience, stratégie du message, stratégie des canaux de communication), bonne pratique de communication dans l'accueil et les relations avec les clients de l'administration et développement d'une stratégie de communication.

5. Méthodologie d'enseignement : Ce cours est dispensé sous une forme magistrale.

6. Méthodologie d'évaluation : L'évaluation se fera sous forme d'un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en communication

9. Bibliographie

Semestre 4

IREF2411: Stage d'intégration en finance

IREF2412 : Mémoire

II. Programme de Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle

II.1. Parcours Génie Statistique

1. Description

La statistique est l'étude de la collecte de données, leur analyse, leur traitement, l'interprétation des résultats et leur Représentations graphiques de données statistiques"présentation afin de rendre les données compréhensibles par tous. C'est à la fois une Science"science, une Méthode scientifique"méthode et un ensemble de Techniques"techniques.

La statistique est donc un domaine des Mathématiques"mathématiques, de plus en plus, elle fait partie de ce que l'on appelle aujourd'hui la Science des données"science des données en Anglais"anglais : *Data Science*. Elle possède une composante théorique ainsi qu'une composante appliquée. La composante théorique s'appuie sur la Théorie des probabilités"théorie des probabilités et forme avec cette dernière, les sciences de l'aléatoire. La statistique appliquée est utilisée dans presque tous les domaines de l'activité humaine : ingénierie, management, économie, biologie, informatique, actuariat, etc. La statistique utilise des règles et des méthodes sur la collecte des données, pour que celles-ci puissent être correctement interprétées, souvent comme composante d'une aide à la décision. Le statisticien a pour profession la mise au point d'outils statistiques, dans le secteur privé ou le secteur public, et leur exploitation généralement dans un domaine d'expertise.

2.Objectifs du programme.

2.1. Objectif global

L'objectif global est de former des lauréats capables de créer, organiser, sécuriser les systèmes d'information d'entreprise et maîtriser la circulation de l'information au sein de celles ci.

2.2.Objectifs Spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Le programme en Génie statistique vise à :

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales et approfondies en Génie statistique;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes statistiques, tant sur le plan de la cueillette des données que sur le plan de l'analyse statistique;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel.

2.2.2. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la statistique aux services publics et privés;

- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine du système statistique national.

2.2.3. Objectif de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectif de :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales ;
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche scientifique en Génie statistique ;
- Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de la statistique ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs de ce programme les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des logiciels statistiques dans l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à la statistique et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques et des sciences naturelles pertinentes à la statistique ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de la statistique sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans le développement de logiciels statistiques.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en Génie statistique.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;

- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes statistiques nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en statistique appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels statistiques ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;
- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données ;
- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Élaborer des hypothèses de recherche imprévues initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée ;
- Tester des hypothèses statistiques ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiance ou des estimateurs ponctuels.

c. Compétences interpersonnelles

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en Statistique appliquée.

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;

- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme en statistique

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, parcours Génie Statistique.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche-développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie statistique est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Les candidats doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin. Ce parcours conduit au titre de Mastère des Sciences (Msc.).

7. Maquette

7.1 Master I en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TPE	TGE	Crédits
Semestre 1								
UE 1 :Méthode statistique I		90						6
Statistique mathématiques avancés	GSTA1101	45	30	15		30		3
Théorie et	GSTA1102	45	35	10		30		3

application des méthodes de régression								
UE2 : Analyse statistique		135						9
Analyse des données de survie et de durée	GSTA1103	45	20	10		20		3
Statistique bayésienne	GSTA1104	45	30	15		30		3
Introduction à la consultation statistique	GSTA1105	45						3
UE3 : Analyse des données		135						9
Pratique de la consultation statistique	GSTA1106	45	30		15	30		3
Statistique computationnelle	GSTA1107	45	20		10	30		3
Analyse des données qualitatives	GSTA1108	45	30	5	10	30		3
UE4 : Pratique des enquêtes								6
Théories et pratiques de Sondages	GSTA1109	45	30	15		30		3
Traitement des données d'enquêtes	GSTA1110	45	30		15	30		3
Total Semestre 1		450	305	95	50	300		30
Semestre 2								
UE5 : Statistique et équations structurelles		105						7
Statistique génétique	GSTA1211	45	30	15		30		3
Modèles d'équations structurelles	GSTA1212	30	30	15		20		2
Séries chronologiques	GSTA1213	30				20		2
UE6 : Théorie des processus		75						5
Processus Stochastiques	GSTA1214	30	30	15		20		2
Modélisation Stochastique	GSTA1215	45	25	5	15	30		3
UE7 : Méthodes numériques								6
Simulation de Monte-Carlo	GSTA1216	30	20	10		20		2
Logiciels Statistiques (R, SAS, SPSS)	GSTA1217	30	20	10		20		2
Planification des expériences	GSTA1218	30	30	10		20		2
UE 8: Sciences économiques et		105						7

finances							
Macro-économie avancé	GSTA1219	45				30	3
Économétrie	GSTA1220	30	30		15	30	2
Modèles probabiliste en gestion	GSTA1221	30	20		10	20	2
UE 9 : Sciences de calcul.		75					5
Méthodes numériques avancés pour les EDPs	GSTA1222	30				20	2
Fouille de données	GSTA1223	45				30	3
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

7.2 Master II en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE 1 : Méthode statistique II		90					6
Statistique de qualité	GSTA2301	45	30	15	30		3
Statistique non paramétrique	GSTA2302	45	35	10	30		3
UE2 : Théorie des base de données		120					8
Base de données	GSTA2303	45	30		15		3
Bases de données avancées	GSTA2304	30	20		10		2
Data mining & Business Intelligence	GSTA2305	45	30	5	10		3
UE3 : Méthodes numériques avancées		120					9
Introduction à la recherche opérationnelle	GSTA2306	45	30	15			3
Programmation en nombre entiers	GSTA2307	45	30		15		3
Méthodes multicritères d'aide à la décision	GSTA2308	45	30	15			3
UE4 : Théorie des séries		105					7
Série temporelle avancé	GSTA2309	30	30	15			2
Statistique Spaciale	GSTA2310	45					3
Bootstrap et simulations	GSTA2311	30	45	10			2
Total semestre 3		450					30
Semestre 4							
UE5: Recherche en statistique		135					9
Sujets spéciaux	GSTA2412	45	30		15		3
Séminaire	GSTA2413	45	30	15			3
Stage de consultation statistique	GSTA2414	45	30	15			3
UE6 : Stage et mémoires							21
Stage de terrain	GSTA2415						10
Rapport Mémoire	GSTA2416						11
Total semestre		450	280	100	70		30

Total annuel		900					60
--------------	--	-----	--	--	--	--	----

8. Descriptif des cours du Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.

8.1. MASTER I en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Génie Statistique.

UE 1 : Méthode Statistique

GSTA1101 : Statistiques mathématiques avancés : 3 crédits

1. **Prérequis** : Intégration et probabilités

2. **Objectif** : l'objectif du cours est de montrer aux étudiants les techniques et la théorie de base en Statistique Mathématique, celle de l'estimation et des tests paramétriques, avec diverses illustrations en TD et des simulations en TP.

3. **Objectifs spécifiques** : Ce cours est une application du calcul des probabilités et de la statistique aux questions d'assurances, de finance et de prévoyance sociale. Cela consiste, entre autre, à l'analyse de l'impact financier du risque et l'estimation des flux futurs qui y sont associés. On utilise ainsi des techniques mathématiques et statistiques pour décrire et modéliser de façon prédictive certains événements futurs tels que par exemple la durée de la vie humaine, la fréquence des sinistres et l'ampleur des pertes pécuniaires associées.

4. **Contenu** : Variables aléatoires. Lois et méthodes de calcul multidimensionnel. Notions de convergence et théorèmes limites. Théorie de l'estimation ponctuelle et par région de confiance : approches classique, bayésienne et par la vraisemblance. Théorie des tests : approche de Neyman et Pearson, test du rapport des vraisemblances, tests d'adéquation.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral & Travail personnel.

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements** : Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant** :

9. Bibliographie

- Monfort. Cours de Statistique Mathématique. Economica, 1997
- D. Dacunha-Castelle et M. Duflo, Probabilités et Statistiques, Tome 1, Masson 1983.
- P. J. Bickel, K. A. Doksum. Mathematical Statistics. Prentice Hall 1977 / 2001

GSTA1102 : Théorie et application des méthodes de régression : 3 crédits

1. **Prérequis** : Il n'y a pas de prérequis pour ce cours. Cependant, l'étudiant devra s'assurer de posséder assez rapidement une bonne maîtrise des notions de base en algèbre linéaire, en probabilité et en inférence statistique.

2. **Objectif** : À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles de régression, d'en connaître les propriétés et d'utiliser de façon appropriée ces modèles dans le cadre d'analyses de données.

3. Objectifs spécifiques :

Être capable de bien interpréter la valeur des paramètres des différents modèles de régression vus en classe en termes du problème d'analyse de données considéré.

Connaître les méthodes d'estimation, d'inférence et de prévision propres à chaque modèle de régression ainsi que leurs propriétés.

Être en mesure de choisir le bon type de modèle de régression pour une analyse donnée.
Comprendre les méthodes de sélection de modèle et être en mesure de les appliquer lors d'analyses de données.

Être capable de valider un modèle à l'aide des méthodes appropriées.

Être en mesure d'identifier les données aberrantes et/ou influentes présentes dans un jeu de données.

Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des jeux de données, tant à la main qu'à l'aide d'un ordinateur.

4. Contenu : Rappel de la régression linéaire simple. Régression linéaire multiple : interprétation du modèle, inférence, théorème de Gauss-Markov, étapes d'une analyse de régression. Modèles de régression mixtes : interprétation, effets aléatoires, inférence et validation. Modèles linéaires généralisés : modèles, inférence et validation. Méthodes d'analyse de données longitudinales.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

- S. Rabe-Hesketh & A. Skrondal (2008). Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata, 2e éd., College Station (TX): Stata Corp.
- C.E McCulloch & R.S. Searle (2001). Generalized, Linear and Mixed Models, New York: Wiley.
- Modèles linéaires: N.R. Draper & H. Smith (1998). Applied Regression Analysis, 3rded, New York: Wiley.
- Modèles mixtes: J.C. Pinheiro & D.M. Bates (2000). Mixed-effects models in S and S-Plus. New York: Springer.
- Modèles linéaires généralisés: A.J. Dobson (2002). An introduction to generalized linear models, 2e éd. Boca Raton: Chapman & Hall /CRC.
- Équations d'estimation généralisées: J.W. Hardin & J.M. Hilbe (2002). Generalized Estimating Equation. Boca Raton: Chapman & Hall /CRC.

UE 2 : Analyse Statistique

GSTA1103: Analyse des données de survie et de durée: 2 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif :

À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles de durée de vie et de les utiliser pour analyser des données censurées ou tronquées.

3. Objectifs spécifiques :

- Connaître les fonctions utilisées en modélisation de la durée de vie ainsi que leurs propriétés .
- Comprendre et reconnaître les différents types de censure et de troncation.
- Être capable de déduire la fonction de vraisemblance d'échantillons censurés et/ou tronqués, en notation conventionnelle ou en utilisant les processus de dénombrement, et d'utiliser la théorie de la vraisemblance pour obtenir des inférences sur la durée de vie.
- Connaître les méthodes d'inférence nonparamétriques pour les fonctions de survie et de risque, leurs propriétés et être capable de les appliquer à des données sur la durée de vie.

- Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle semi-paramétrique de régression des risques proportionnels (modèle de Cox).
- Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle log linéaire paramétrique de régression.
- Être en mesure de tester des hypothèses ou de faire des prévisions sur la durée de vie à partir des modèles de régression de Cox ou de vie accélérée.
- Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des données sur la durée de vie, tant à la main qu'à partir des logiciels SAS et R.

4. Contenu : Révision des lois usuelles en durée de vie, censure et troncation, processus de dénombrement et martingales, estimateurs non paramétriques : Nelson-Aalen et Kaplan-Meier, tests d'hypothèse à un, deux ou k échantillons, régression et modèle des risques proportionnels de Cox, fonctions de vraisemblance marginale et partielle, modèles de durée de vie accélérée log-linéaires : estimation et tests d'adéquation.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie

- J.P. Klein et M.L. Moeschberger (2003). Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data, 2e éd. New York: Springer.
- J.D. Kalbfleisch et R.L. Prentice (2002). The Statistical Analysis of Failure Time Data, 2e éd. New York: Wiley.
- J.F. Lawless (2003). Statistical Models and Methods for Lifetime Data, 2e éd. New York: Wiley.
- P.D. Allison (1995). Survival Analysis Using the SAS System: A Practical Guide. Cary NC: SAS Institute Inc.

GSTA1104 : Statistique bayésienne : 3 Crédits

1. Prérequis : Méthodes de base en statistique et en probabilités ainsi que l'analyse classique.

2. Objectif : Il est conçu pour construire des modèles plus élaborés dans des situations beaucoup plus complexes.

3. Objectifs spécifiques : acquérir les connaissances liées à l'approche bayésienne de la statistique complémentaire à ce qui est appelé statistique inférentielle.

4. Contenu : Introduction à la philosophie d'estimation bayésienne : loi a priori, vraisemblance, loi a posteriori. Particularité des lois a priori. Inférence : estimation ponctuelle, intervalle de crédibilité. Famille exponentielle et lois a priori conjuguées. Modèles hiérarchiques. Méthodes de calcul des lois a posteriori : échantillonneur de Gibbs et autres algorithmes de simulation. Application à des problèmes précis, tels que le traitement de données manquantes et les modèles linéaires et non linéaires de régression mixtes. Apprentissage d'un logiciel approprié tel Winbugs.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie (

⊗ Éric Parent et Jacques Bernier. Le raisonnement Bayésien Modélisation et inférence. Springer-Verlag France, Paris, 2007

⊗ Christian P. Robert. Le choix bayésien Principes et pratique Springer-Verlag France, Paris, 2006

⊗ Jean-Jacques Dreesbeke, Jeanne Fine et Gilbert Saporta Méthodes bayésiennes en statistique. Technip 2002

GSTA1105. Introduction à la consultation statistique : 2 Crédits

1. Prérequis :

2. Objectif

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : Lecture d'articles sur la consultation et sur les domaines d'application. Analyse à courte échéance d'ensemble de données. Acquisition d'une routine à suivre dans le déroulement d'une séance de consultation. Prise de conscience des éléments de communication verbale et non verbale dans la consultation.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie

GSTA1106: Pratique de la consultation statistique

1. . Prérequis :

2. Objectif : Offrir aux participants une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS.

3. Objectifs :

- Résumer ce que peut offrir la statistique
- Résumer ce que peut offrir la statistique
- Découvrir l 'environnement SPSS
- Appliquer quelques principales analyses statistique
- Apprendre à interpréter les résultats des analyses
- Répondre à vos questions spécifiques

4. Contenu :

Section 1 : Statistiques descriptives

Variables catégorielles

Variables continues

Relation entre une variable continue et une variable catégorielle

Distribution normale

Section 2 : Tests d'hypothèses

Test-t pour 2 échantillons indépendants

Test-t pour 2 échantillons pairés

Analyse de variances à un facteur : one-way ANOVA

Section 3 : Méthodes non paramétriques

Tests pour 2 échantillons pairés

Tests pour 2 échantillons indépendants
 Tests pour 3 échantillons indépendants ou plus
 Mises en situation pratique #1
 Dîner
 Section 4 : Relation entre deux variables
 Tableaux croisés
 Test du khi-deux et mesures d'association
 Test de Mc Nemar
 Test d'hypothèses sur les proportions
 Corrélations Mises en situation pratique #2
 Section 6 : Sujets spéciaux
 Pondération
 Taille d'échantillons
 Ajustement de Bonferroni
 Rédaction des résultats

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut
 Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

GSTA1107: Statistique computationnelle : 3 Crédits

1. **Prérequis** : Une bonne connaissance de la statistique mathématique et, plus particulièrement, de la théorie de l'estimation. Une familiarité avec l'utilisation des ordinateurs est un atout important. Il n'est pas nécessaire de connaître la programmation mais cela est un autre atout important.
2. **Objectif général**: Initier à quelques méthodes statistiques faisant appel à l'ordinateur de façon intensive.
3. **Objectifs spécifiques**:
 - Après avoir suivi ce cours, l'étudiant(e) devra savoir:
 - estimer la variance, le biais et autres caractéristiques de la loi d'une statistique à l'aide du jackknife et du bootstrap;
 - construire un intervalle de confiance au moyen de quelques techniques fondées sur le bootstrap;
 - estimer une densité de façon non paramétrique, tant avec l'histogramme, que le polygone de fréquence et la méthode du noyau;
 - estimer une fonction de régression de façon non paramétrique, tant par la méthode de régression polynomiale locale que par des fonctions splines;
 - choisir un paramètre de lissage pour l'estimation non paramétrique d'une densité ou d'une fonction de régression;
 - utiliser des méthodes de simulations pour générer des données ou calculer numériquement des intégrales; appliquer l'algorithme EM à des problèmes complexes de maximisation d'une fonction de vraisemblance;
 - maîtriser le progiciel statistique R dans ses applications suivantes:
 - la manipulation des principaux types de données;
 - la création de fonctions et de graphiques;
 - la simulation de variables aléatoires;

- les quatre types de méthodes vues en classe : le rééchantillonnage, le lissage, l'optimisation et la simulation de données.
4. **Contenu** : Thèmes choisis parmi les suivants : analyse exploratoire de données; rééchantillonnage (« jackknife », « bootstrap »); lissage (estimation de densité), régression non paramétrique, « splines »; optimisation (problèmes de maximisation), algorithme espérance maximisation (EM); méthodes de Monte Carlo (introduction, intégration, optimisation).
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

GSTA1108 : Analyses des données qualitatives

1. Prérequis :

2. Objectif :

3. Objectifs spécifiques : Confronter les étudiants aux principales stratégies de collecte et d'analyse des données de type qualitatif utilisées dans plusieurs domaines (Sciences de l'éducation, Sciences de gestion, Sciences biomédicales, etc). La confrontation à des travaux de recherche antérieurs et l'analyse de ces données au regard d'une problématique posée au préalable permettront par ailleurs une lecture plus critique des études s'appuyant sur un matériau qualitatif.

4. Contenu : Le cours vise à :

- Traduire les acquis d'apprentissage en comportements observables consistant à analyser adéquatement les données qualitatives, à interpréter les résultats, et à tirer des conclusions pertinentes en vue de prendre une décision.
- Imputer les indicatrices (traitement de données qualitatives)
- Construire des tables de contingence (distribution de fréquences, représentations graphiques, croisement de plusieurs variables qualitatives)
- Construire des intervalles de confiance pour les proportions
- Faire des tests d'hypothèses (test d'indépendance entre deux variables qualitatives, test du chi-deux d'ajustement, test du cji-deux d'homogénéité, test du chi-deux de Spearman, test de Mac Nemar, test Kappa de Cohen, test exact de Fisher,...)
- Faire une analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des correspondances simples et multiples, projections des modalités)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie

UE 4 : Pratiques des enquêtes

GSTA1109 : Théories et pratiques de Sondages

2. Objectif : Maîtriser les méthodes statistiques et les Composantes d'une enquête complexe, la modélisation des données recueillies.

3. Objectifs spécifiques :

- Maîtriser les Composantes d'une enquête complexe
- Maîtriser l'Estimation de la variance dans des enquêtes complexes
- Maîtriser la Modélisation des données recueillies à l'aide d'un plan d'échantillonnage complexe
- Maîtriser l'Application des modèles multiniveaux et des modèles de durées de vie à des données d'enquête.

4. Contenu : Composantes d'une enquête complexe : strates, grappes et poids d'échantillonnage. Modification des poids d'échantillonnage pour tenir compte de la non-réponse et du calage. Estimation de la variance dans des enquêtes complexes : méthodes de linéarisation, du « jackknife » et du « bootstrap ». Modélisation des données recueillies à l'aide d'un plan d'échantillonnage complexe : tests d'association, modèles de régression et de régression logistique. Application des modèles multiniveaux et des modèles de durées de vie à des données d'enquête.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique et applications.

9. Bibliographie

GSTA1110: Traitement des données d'enquêtes

Objectif global :

L'étudiant doit être capable d'utiliser les outils statistiques en vue du traitement et de l'analyse des données (médicales, socio-économiques, environnementales, etc).

Présenter de façon à la fois théorique et pratique les principales techniques utilisées pour analyser statistiquement les données d'enquêtes quantitatives.

Objectifs spécifiques :

- Apprendre et maîtriser les principales techniques de traitement des données, les appliquer directement sur des fichiers d'enquêtes en utilisant un logiciel spécialisé
- Apprendre et maîtriser les méthodes d'analyse des résultats et de leur restitution sous forme de compte-rendu
- Acquérir des principales techniques pour résumer l'information disponible dans un ensemble de données à l'aide de séries et graphiques.
- Être capable de mettre en œuvre de ces techniques de manière appropriée dans un contexte donné.
- Présenter quelques concepts de la théorie des probabilités
- Formuler les techniques de collecte des données ;
- Initier les étudiants à calculer les grandeurs statistiques.

Contenu :

- Définition des principaux concepts liés aux enquêtes quantitatives ;
- Introduction au logiciel (CSPRO, SPSS, SAS, Stata) ;
- Saisie et manipulation des données (Import et export, création et transformation des variables, fusion et filtrage des tables, redressement d'échantillon) ;
- Statistiques descriptives (tableau à plat et croisés, principaux indicateurs de tendance centrale et de dispersion, corrélations ;

Méthodologie d'enseignement : approche magistrale et participative

Mode d'évaluation :

- ✓ TD (40 %)
- ✓ Examen écrit (60 %)

UE 5 : Statistique et équations structurelles

GSTA1211 : Statistique génétique

1. **Prérequis** : Introduction à la bio-informatique, Génétique, Probabilité et Statistiques
2. **Objectif général**: Maîtriser les concepts approfondies de statistique génétique
3. **Objectifs spécifiques**: Maîtriser les études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission; traits quantitatifs; données de puce à ADN.
4. **Contenu** : Brève introduction aux concepts génétiques. Une sélection de sujets parmi les suivants : épidémiologie génétique, concepts et introduction; études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission (test TDT); traits quantitatifs; données de puce à ADN (*microarray*).
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

GSTA1212 : Modèles d'équations structurelles

1. **Prérequis** : cours de méthodes statistiques et, si possible, être familier avec quelques méthodes de statistique multidimensionnelle et connaître un logiciel pour faire des analyses statistiques.
2. **Objectif général** : Maîtriser les modèles d'équations structurelles en Statistique
3. **Objectifs spécifiques** :
 - Revoir les méthodes statistiques standards pour un ou deux échantillons et à des modèles de régression.
 - Être familier avec la nature, les concepts fondamentaux et la terminologie des MES
 - Être capable d'utiliser adéquatement un logiciel pour ajuster ces modèles.
 - Être en mesure de critiquer les applications des MES que l'on retrouve dans la littérature scientifique.
4. **Contenu** : Rappels sur la régression linéaire et l'analyse classique des cheminement. Analyse factorielle confirmatoire. Exploration de l'analyse générale des équations structurelles avec variables latentes et erreurs de mesure. Familiarisation avec un des trois logiciels suivants : LISREL, EQS ou CALIS (procédure de SAS).
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

GSTA1213: Séries Chronologiques

- 1. Prérequis :** L'étudiant ou l'étudiante devra s'assurer de posséder des notions de base en probabilité et en statistique. Un rappel de ces concepts sera présenté lors du début du cours.
- 2. Objectif général :** À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles sur les séries temporelles, d'en connaître les propriétés et de pouvoir modéliser des séries chronologiques réelles
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Connaître les différents types de lissage et savoir étudier les différentes composantes d'une série chronologique;
 - Être capable de bien comprendre toute la théorie sur les processus stationnaires;
 - Connaître tous les modèles classiques de Box et Jenkins et leurs propriétés;
 - Comprendre les méthodes d'estimation des différents paramètres, les différents tests et les techniques de prévision;
 - Être en mesure de savoir coller un modèle adéquat à partir de n'importe quelle série chronologique, et de le prouver sur le travail qui sera demandé.
- 4. Contenu :** Décomposition d'une série chronologique, tendance, saisonnalité, innovations, lissages, processus stationnaires, moyennes mobiles, processus auto régressifs, auto corrélations, bruit blanc, densité spectrale, prévisions optimales, modélisation SARIMA.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

UE 6 : Théorie des Processus

GSTA1214 : Processus Stochastiques

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général:** Maîtriser la théorie des processus stochastiques et leurs applications.
- 3. Objectifs spécifiques:**

À la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

 - de faire des calculs de probabilité et d'espérance par conditionnement,
 - de distinguer les principaux types de processus aléatoires et de reconnaître les situations où ils s'appliquent,
 - d'analyser des chaînes de Markov à espaces d'états discrets, aussi bien en temps discret qu'en temps continu,
 - d'utiliser les modèles élémentaires de marches aléatoires, de processus de Poisson,
 - de processus de ramification, de processus de naissance et de mort et de file d'attente,
 - d'utiliser le mouvement brownien pour approximer une marche aléatoire ou pour modéliser certains phénomènes aléatoires simples
- 4. Contenu :** Probabilités et espérances conditionnelles. Chaînes de Markov à temps discret et chaînes de Markov à temps continu. Irréductibilité, apériodicité, récurrence, loi stationnaire, ergodicité. Quelques modèles classiques : marches aléatoires, processus de ramifications,

processus de Poisson, processus de naissances et de morts, modèles de files d'attente.
Introduction au mouvement brownien.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

GSTA1216: Simulation Monte-Carlo

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Maîtriser les techniques de modélisation dynamique d'un système statistique.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Etudier des domaines où la théorie seule ne permet pas d'aller (trop de simplifications dans les modèles) ;
 - Modéliser des systèmes expérimentaux : rationaliser les paramètres importants
 - tester des modèles théoriques (ex : The Evolution of Earth-Approaching
 - Binary Asteroids : A Monte Carlo Dynamical Model, Icarus, 1995 (115)
4. **Contenu :**
 - Introduction à la simulation numérique et au calcul
 - Historique et méthode
 - Introduction à la simulation Monte Carlo
 - Historique et objectifs
 - Exemple
 - Principe de la méthode
 - Applications
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE 7 : Méthodes numériques

GSTA1217 : Logiciels Statistiques (R, SAS, SPSS)

1. **Objectif général:** Ce cours a pour objectif d'amener l'étudiant à une maîtrise avancée de R, de sorte qu'il puisse utiliser ce langage pour programmer et implanter de nouvelles méthodes de calcul d'une manière efficiente et réutilisable. Ce cours vise à améliorer les compétences en R d'un utilisateur déjà initié et à amener cet utilisateur à devenir aussi un développeur ou programmeur de code R efficace et facile à partager
2. **Objectifs spécifiques:** Ce cours a pour objectifs spécifiques d'aider l'étudiant à maîtriser la matière suivante :

concepts de base en R (session R, commandes, utilisation de fonctions et de packages, environnement de travail, environnement de développement RStudio, obtenir de l'aide, etc.);

manipulation de données en R (types de structures de données, extraction de données, lecture et écriture dans des fichiers externes, nettoyage, fusion et mise en forme de jeux de données, types particuliers de données tels que les chaînes de caractères et les dates, etc.); calculs de base en R (opérations mathématiques, fonctions statistiques de base, calculs vectoriels et matriciels, etc.); création de graphiques en R (fonctions de base, ajout d'éléments à un graphique de base, autres systèmes graphiques : et lattice , etc.); ggplot2 rédaction de rapports intégrant du texte, des commandes et des sorties R avec R Markdown; concepts plus avancés de calculs en R (distributions de probabilité, génération de nombres pseudo-aléatoires, tests statistiques, ajustement de modèles, calculs mathématiques, etc.); programmation en R (structures de contrôle (alternatives et boucles), création de fonctions (arguments, corps de la fonction, portée lexicale, sortie), méthodes S3, tests, gestion des exceptions, débogage, etc.); développement de packages (structure de fichiers, documentation, commandes de compilation, etc.); amélioration de code R (bonnes pratiques, optimisation de temps d'exécution, métaprogrammation, etc.)

3. **Contenu** : L'étudiant apprend à : comprendre ce que fait un programme R donné, faire ses propres programmes R (y compris des énoncés conditionnels, des boucles si nécessaire, des calculs vectoriels), créer des fonctions R et savoir les documenter, déboguer un programme R et l'optimiser en termes de temps de calcul.
4. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
5. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
6. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
7. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
8. **Bibliographie** : Matériel Standard

GSTA1218 : Planifications des expériences

1. Prérequis :

2. **Objectif** : Ce cours a pour but de souligner le caractère essentiel de l'équilibre qu'il faut assurer entre les différents éléments constitutifs de tout plan d'expérience.

3. **Objectifs spécifiques** :Ce cours vise à permettre aux étudiant(e)s :

- De planifier des méthodes expérimentales pour obtenir une information utile à coût minimal.
- De développer des connaissances sur les différentes méthodes d'analyse de données ainsi que sur leurs limites.
- De développer un aspect critique vis-à-vis de l'application des méthodes statistiques à l'analyse
- de données expérimentales et industrielles.
- De maîtriser un logiciel de statistiques pour l'analyse de données expérimentales.

4. **Contenu** : Structure d'une expérience statistique : notions d'erreur expérimentale, de randomisation, de blocage et de répétition. Liens avec les modèles de régression; analyse de la covariance. Schémas factoriels non équilibrés. Plans hiérarchisés. Plans à blocs incomplets. Surfaces de réponse. Utilisation de SAS .

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral & Travail personnel.

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements** : Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant** :

9. Bibliographie

GSTA1219 : Macro-économie avancé : 3 Crédits

1. Prérequis :

2. Objectif : L'objectif du cours est de présenter les concepts fondamentaux de la macroéconomie afin de donner les bases pour d'une part comprendre les phénomènes économiques, d'autre part aider à se faire un jugement afin d'évaluer les recommandations de politique économique.

3. Objectifs spécifiques :

- la détermination des agrégats permettant d'expliquer le comportement des groupes d'agent : c'est l'objet de la comptabilité macroéconomique ;
- l'étude des relations entre ces variables afin de déterminer l'existence de rapports stables dans le temps : cela fait l'objet des lois macroéconomiques ;
- l'analyse des principaux déséquilibres qui peuvent apparaître entre les agrégats : augmentation des prix, chômage, déficit des finances publiques, déficit de la balance commerciale avec l'étranger : c'est l'objet de la modélisation macroéconomiques ;
- l'étude des moyens permettant de corriger ces déséquilibres et d'atteindre certains buts fixés (stabilité des prix, plein emploi, équilibre extérieur, ...) : c'est l'objet de la politique économique.

4. Contenu : Théorie du consommateur : préférences, choix, propriété des fonctions de demande et de dépense, dualité. Décision en incertitude. Théorie du producteur. Équilibre général. Théorie des jeux : jeux statiques et séquentiels en information complète et incomplète. Choix social et bien-être.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Economie et Applications

9. Bibliographie

GSTA1221 : Econométrie : 3 Crédits

1. Prérequis : L'étudiant doit connaître les concepts de base du modèle linéaire classique.

2. Objectif : Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les techniques économétriques couramment appliquées aux données financières.

3. Objectifs spécifiques : le cours parcourra quelques grandes théories de la finance (Bachelier, Markowitz, CAPM, etc.) et présentera les méthodes

économétriques permettant leur application. Cela impliquera notamment une étude approfondie des modèles unidimensionnels à variables explicatives retardées, des processus autorégressifs et à moyenne mobile et des modèles à volatilité. Enfin, nous couvrirons certains modèles multidimensionnels de volatilité utilisés dans l'optimisation de portefeuille (BEKK, DCC, etc.).

4. Contenu :

Sujet 1 - Introduction

1. Présentation du plan de cours.
2. Qu'est-ce qu'un processus stochastique ?
3. Ergodicité et stationarité.
4. Types de convergence.
5. Application : L'approche de Bachelier.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 1 et 2.

Sujet 2 – Petits ou grands échantillons ?

1. Application : l'approche de Markowitz.
2. Révision de la régression linéaire en petits échantillons.

3. Motivation de l'étude avec de grands échantillons.
4. Les modèles autorégressifs.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 1 et 2.

Sujet 3 – Régressions linéaires en échantillon large

1. Test d'autocorrélation.
2. Application : l'efficacité des marchés.
3. La régression linéaire en échantillon large.
4. Les régressions à variables retardées.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 6.

Sujet 4 – Modèle d'évaluation des actifs financiers (CAPM)

1. Application : le CAPM.
2. Processus à moyenne mobile.
3. Processus autorégressifs à moyenne mobile.
4. Introduction au maximum de vraisemblance.

Lecture complémentaire :

- Hayashi : Chapitre 6.

Sujet 5 – Propriétés du maximum de vraisemblance

1. Consistance de l'estimateur.
2. Normalité asymptotique de l'estimateur.
3. Les tests d'hypothèses : la trinité
4. Application : le processus HARMA et la volatilité réalisée.

Sujet 6 – Les modèles de volatilité

1. Résumé des faits stylisés des séries financières.
2. Les processus ARCH et GARCH.
3. Propriétés et estimation.

Sujet 7 – La valeur à risque

1. Le test d'Engle et Manganelli
2. Présentation des mesures de risque : la valeur à risque et 'Expected shortfall'
3. Les propriétés désirables de ces mesures.
4. Application : calcul et test de la valeur à risque.

Sujet 8 – Les modèles de volatilité multivariés

1. Le modèle CCC.
2. Le processus BEKK.
3. Le modèle DCC.
4. Application : SRISK et la régulation financière.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Économétrie et Application

9. Bibliographie

GSTA1221: Modèles probabilistes en gestion

1. Prérequis :

- 2. Objectif général:** L'objectif de ce cours est l'étude des principaux processus stochastiques utilisés en gestion. Plus particulièrement, les chaînes de Markov, les processus de Poisson et de renouvellement et l'étude des phénomènes d'attente sont au programme.

3. **Objectifs spécifiques:** Au terme de ce cours, l'étudiant et l'étudiante devraient :
- Savoir reconnaître les problèmes de gestion dont l'analyse requiert des modèles probabilistes.
 - Connaître les concepts fondamentaux de la modélisation stochastique, en particulier concernant les chaînes de Markov.
 - Savoir formuler des modèles stochastiques appropriés et bien comprendre les hypothèses sous-jacentes et leurs limitations, ainsi que leurs propriétés importantes.
 - Être capable de calculer, sur ordinateur, les principales mesures de performance pertinentes des systèmes stochastiques ainsi modélisés.
 - Pouvoir formuler et résoudre des modèles d'optimisation stochastique.
 - Savoir interpréter les résultats de ces calculs dans un contexte de décision.
 - Pouvoir utiliser de tels modèles comme outil d'analyse dans des projets de recherche.
4. **Contenu :** Ce cours porte sur l'analyse et la résolution de problèmes de gestion dans l'incertitude. On y examine les principaux concepts, modèles et méthodes de calcul basés sur les processus stochastiques, et on y apprend à analyser divers problèmes de gestion des opérations, de finance et de génie industriel, avec résolution sur ordinateur. Les sujets traités sont les suivants : processus de Poisson et de renouvellement, chaînes de Markov en temps discret et continu, files d'attente markoviennes, mouvement brownien et processus de diffusion, optimisation stochastique et processus décisionnels markoviens.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE9 : Sciences de calculatoire

GSTA1222 : Méthodes numériques avancés pour les EDPs

1. **Prérequis**
2. **Objectif :** Le but du cours est de donner la base théorique et numérique pour la résolution des équations aux dérivées partielles.
3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser
 - La Théorie générale des EDPs et les distributions
 - Les Méthodes des différences finies
 - Les Méthodes des Éléments finies
4. **Contenu :** Rappel sur les E.D.P. Notions de distributions. Espaces de Sobolev. Problèmes aux limites elliptiques: formulation variationnelle, existence et unicité, exemples. Méthodes des différences finies: problèmes elliptiques, paraboliques, équation de transport. Éléments finis pour les problèmes elliptiques: dimensions 1 et 2, éléments finis de Lagrange, estimation d'erreur, intégration numérique.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral & Travail personnel.
6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.
7. **Matériel d'enseignements :** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant** : Phd en Mathématiques
9. **Bibliographie**

GSTA1223 : Fouille de données

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général** : Maitriser la théorie des arbres, les techniques de modélisation
3. **Objectifs spécifiques** :
 - Handle higher dimensionality data very well.
 - Handle missing values and maintains accuracy for missing data.

4. **Contenu** :

Classification Trees, Bagging: Averaging Trees, Random Forests: Cleverer Averaging of Trees, Boosting: Cleverest Averaging of Trees Methods for improving the performance of weak learners such as Trees. Classification trees are adaptive and robust, but do not generalize well. The techniques discussed here enhance their performance considerably.

Why Big Data Analytics?

What is Big Data Analytics?

How has Big Data Analytics helped companies?

How do I decide whether to buy or build?

If I build, what do I need?

How do I select the right Big Data Analytics Solution for me?

Getting Successful with Big Data Analytics - more than technology

Key Takeaways

Key Big Data Analytics Experts

Penalized regressions and SVM.

2. Artificial Neural Network

3. AWS Setup

4. Matlab neural network toolbox

5 IBM WATSON .

5.1 Data Processing

5.1.1 Dataset Design

5.1.2 Input data processing methods

5.1.3 Output data predicted processing method Implementation

5.2.1 Gradient descent back-propagation

5.2.2 Resilient back-propagation

5.2.3 Scaled conjugate gradient back-propagation

5.2.4 Momentum back-propagation

5.2.5 Adaptive Learning Rate back-propagation

5.2.6 Momentum and Adaptive Learning Rate back-propagation

5.2.7 Method I: Non zero vector dimensions/features only

5.2.8 Method II: Four times more true vectors

5.2.9 Method III: Removed all the Constant columns

5.2.10 Method IV : Removing all the true vector constant columns

Comparison and Conclusion

6 INNOCENTIVE

6.1 Data Processing

6 Big Data Analytics Using Neural Networks

Chetan Sharma

6.1.1 Dataset Design

6.1.2 Input data processing methods

6.1.3 Output data predicted processing method

6.2 Implementation

6.2.1 Gradient descent back-propagation

6.2.2 Resilient back-propagation

6.2.3 Scaled conjugate gradient back-propagation

6.2.4 Momentum back-propagation

6.2.5 Adaptive Learning Rate back-propagation

6.2.6 Momentum and Adaptive Learning Rate back-propagation

6.2.7 Method I: Four classifications in desired output vector

6.2.8 Method II: Learning with two times more don't trust vectors

6.2.9 Method III: Variation in threshold limit

6.2.10 Method IV : Focusing on reduced set of training vectors

6.2.11 Method V: Increasing the validation and test dataset

6.2.12 Method VI : Revising with important/ stringent vectors

6.2.13 Method VII : Excluding Noise from the network

6.2.14 Method VIII : Merging method VI and VII

Comparison and Conclusion

7. Deep Learning: Effective Tool for Big Data Analytics

7.1 OVERVIEW OF DEEP LEARNING ARCHITECTURES

7.2 DEEP LEARNING FOR BIG DATAANALYTICS

7.3. DEEP LEARNING APPLICATIONS for BIG DATA ANALYTICS

7. DEEP LEARNING CHALLENGES in BIG DATA ANALYTICS

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

8.2. MASTER II en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en GÉNIE STATISTIQUE

UE 1 : Méthode statistique

GSTA2301 : Méthodes statistiques d'amélioration de la qualité

1. Prérequis :

2. Objectif : Maîtriser les différentes Méthodes d'aide à la prise de décision en vue de l'amélioration de la qualité.

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser :

- La relation entre qualité et variabilité, stabilisation d'un procédé, principe de Pareto ainsi que techniques de diagnostic d'Ishikawa,
- Les méthodes graphiques d'analyse exploratoire des données;
- L'observation d'un processus
- L'expérimentation sur un processus
- Les plans de réception par échantillonnage.

4. Contenu : Notions de base : relation entre qualité et variabilité, stabilisation d'un procédé, principe de Pareto, techniques de diagnostic d'Ishikawa, règle du tout-ou-rien de Deming. Analyse de données historiques : méthodes graphiques d'analyse exploratoire des données; Observation d'un processus : cartes de contrôle de Shewhart, cartes bayésiennes empiriques, cartes à somme cumulée. Expérimentation sur un processus : interaction, contrastes orthogonaux, plans d'échantillonnage simples et fractionnaires, méthodes de Taguchi pour la réduction de la variance. Plans de réception par échantillonnage.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique et Applications

9. Bibliographie

GSTA2302 : Statistique non paramétrique

1. **Prérequis :** Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n

2. **Objectif général:** À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable:

de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué; d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets; d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs; de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.

3. **Objectifs spécifiques: L'étudiant devra savoir :**

Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.

Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets

Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.

Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants

Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance a un facteur; étude du cas des tableaux de fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.

Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets

Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar

Tests de tendance et tests d'indépendance

Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.

Introduction au bootstrap

Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.

4. **Contenu :** Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation.

Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation.

Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs.

Introduction au « bootstrap ».

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 : Théorie des base de données

GSTA2303 : Base de données

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: Le cours de base de données et Web a un triple objectif. En premier lieu, la partie base de données du cours vise à transférer un noyau de connaissances élémentaires permettant une utilisation d'un système de gestion de bases de données à un niveau "utilisateur spécialisé" voire à un niveau "administrateur de bases de données". Le cours comprend donc une présentation générale des fonctionnalités qui doivent être satisfaites par un système de gestion de bases de données, une présentation détaillée du modèle relationnel qui est le modèle sous-jacent aux systèmes de gestion de bases de données actuellement commercialisés et deux aperçus des orientations nouvelles des systèmes de gestion de bases de données à savoir les bases de données déductives et les bases de données orientées objets. Ensuite, la seconde partie du cours présente la programmation Web. L'ambition est de donner les outils nécessaires à la construction de sites Internet dynamiques sophistiqués, c'est à dire permettant de gérer le contenu des pages en fonction de l'identité d'un internaute (cas d'un relevé de compte), du contexte de la navigation (cas d'un panier d'achat). La démarche suivie sera celle de la construction d'un site, depuis sa conception jusqu'à sa mise en ligne. Comme nous le verrons, la programmation web est ' composite ' : les concepts et les langages seront introduits à mesure qu'ils seront utiles. Des travaux dirigés permettent de comprendre et appliquer les notions vues dans chacune des parties. Enfin, l'ensemble des éléments du cours est mis en œuvre lors d'un projet qui permet de valider l'enseignement.

3. Objectifs spécifiques:

4. Contenu:

1. INTRODUCTION : Historique : Systèmes de gestion de fichier - Systèmes de gestion de bases de données ; Fonctionnalités d'un SGBD.
2. QUELQUES MODELES DE DONNEES : Modèle Entité - Association, modèle Réseau, modèle Hiérarchique
3. LE MODELE RELATIONNEL : Modèle de Données, langages de Manipulation, l'algèbre relationnelle, le calcul, langages relationnels commerciaux ; SQL, QUEL, QBE ; Extension des langages ; Plongement dans un langage de programmation, couplage avec Prolog et langages de règles
4. CONCEPTION DE SCHEMA : Motivation : mises à jour et anomalies ; dépendances fonctionnelles ; relations non sous première forme normale ; formes normales ; décomposition ; sans perte d'information ; sans perte de dépendances
5. CONCURRENCE D'ACCES : Base cohérente, transactions, maintien de la cohérence lors d'accès concurrents
6. ORIENTATIONS : Bases de Connaissance, bases de données orientées objets.
7. Introduction au Web et à HTML
8. Présentation de PHP.
9. Réalisation d'un cahier des charges

10. Modélisation d'un site

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Informatique et Applications

9. Bibliographie

GSTA2304: Bases de données avancées

1. Pré-requis Théorie de base de donnée, Ingénierie de base de données

2. Objectif global du cours

Le cours a pour objectif de présenter les notions avancées de bases de données, notamment les concepts de modèle relationnel et objet de bases de données en approfondissant les principes de conceptions de ce dernier en adéquation avec domaine d'application. Il vise en outre a approfondir principes et méthodes d'assurer l'intégrité de bases de données, connaitre et gérer les différentes vues d'une base de données, les principes de bases de données distribuées ou réparties ainsi que leurs moyens d'optimisation (ACID, Concurrence, verrouillage, Isolation, Cohérence) et de mis en œuvre. Il traite des notions-types d'optimisation de bases de données ainsi que des catégories d'instructions du langage SQL utilisées pour administrer des systèmes de gestion de base de données tel que les triggers, procédures stockées et les curseurs.

A l'issue du cours, l'étudiant est capable de :

- a. distinguer et comprendre différents modèles de bases de données
- b. maîtriser les techniques de modélisation et conception de bases de données hiérarchisées et/ou réparties
- c. connaitre et comprendre les bases théoriques et pratiques d'administration et de sécurisation de bases de données réparties; différents modèles de présentation de données et de connaissances;
- d. maîtriser la technologie CASE de modélisation des bases de données réparties;
- e. pouvoir gérer et administrer une base de données transactionnelle.
- f. disposer de connaissances étendues sur la structure, la conception, architecture et le fonctionnement des SGBD

3. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de ce cours sont :

- a. Développer des bases de données relationnelles et objets
- b. Formuler des requêtes imbriquées dans les bases de données
- c. Administrer une base de données à l'aide des SGBD professionnelles

- d. Importer et exporter des données vers et depuis différentes applications
- e. Créer et utiliser de procédures stockées, curseurs et vues dans la gestion d'une base de données Mener des études et analyses approfondies du domaine d'application et en proposer des modèles représentatifs du futur système automatisé d'information moyennant l'usage des outils
- f. Connaître et utiliser les méthodes, moyens et outils de gestion et d'administration de base de données répartie à base de logiciels de gestion (ERP)
- g. Adapter et optimiser les requêtes SQL sur des bases de données transactionnelles
- h. Ce cours joue le rôle de pré requis pour les cours de SQL Server 20xy et Oracle, Datamining et Programmation coté serveur. Le cours constitue un pré requis pour les cours de conception et développement de système d'information, Data mining, Entrepôt de données (DataWaterhouse) et Programmation coté serveur.

4. Contenu du cours

- i. Rappels sur les modèles de données et modèles de bases de données
 - j. Structure et architecture de bases de données relationnelles transactionnelles réparties
 - k. Requêtes d'instructions du langage SQL avancées
 - l. Création et gestion des transactions dans une base de données distribuées
 - m. Administration de bases de données réparties : Formalismes des indexes, curseurs, déclencheurs et procédures stockées
 - n. Conditions générales**
 - o. Laboratoire informatique d'au moins 32 ordinateurs sur lesquels sont installés une des versions du système d'exploitation Windows et mis en réseau avec les logiciels et applications appropriés tels que Microsoft Office 20xy, Microsoft SQL Server 20xy, Oracle 9.x.y, MySQL
 - p. Mécanismes et procédés d'évaluations**
 - q. Cours magistral : théorie illustrée des exemples et consolidée par des exercices, des devoirs à domicile. La méthodologie d'évaluation inclut la forme d'évaluation formative par des contrôles et des interrogations ainsi que de travaux en groupes cotés sur 40% et la forme sommative par un examen écrit à la fin du semestre à hauteur de 60%.
- 5. Méthode d'enseignement :** Notes de cours sous forme de diapositifs enrichis par des explications et mise au point du professeur et émaillés et étayés par exemples, exercices et travaux personnalisés sous forme de projets.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique , Option Base de données et application

9. Bibliographie :

GSTA2305 : Data Mining & Business intelligence : 3 Crédits

1. Prérequis : Statistique Descriptive, Inférence Statistique, Analyse des Données, Econométrie

2. Objectif : ce cours a pour objectifs d'aider l'étudiant à être opérationnel sur le terrain.

3. Objectifs spécifiques : permet aux étudiants d'améliorer l'efficacité en matière de prise de décision (Business Intelligence), leur gestion de la relation client (CRM) et leur maîtrise du risque (scoring), mais aussi d'analyser les comportements des consommateurs, prédire l'attrition, détecter des comportements frauduleux etc.

4. Contenu : Ce cours constitue une introduction aux méthodes, outils et applications du Data Mining. Les étudiants vont apprendre les aspects méthodologiques (l'évaluation et la comparaison des modèles, l'intégration dans le marketing de bases de données, le calcul du retour sur investissement, les interfaces informatiques et les contraintes juridiques dès que l'on traite des données à caractère personnel) ; les outils du Data Mining dont certains appartiennent à l'analyse de données et à la statistique classique alors que d'autres sont plus spécifiques au Data Mining comme les arbres de décision et les réseaux de neurones. Les étudiants feront également des études de cas sur SAS Enterprise Miner de manière à ce qu'ils puissent être opérationnels sur le terrain.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique, Option Intelligence artificielle

9. Bibliographie :

UE3 : Méthodes numériques avancées

GSTA2306 : Conception et Implémentation d'algorithmes de Recherche opérationnelle

1. Prérequis :

2. Objectif général: Mettre en place un outil ouvert qui permet l'implantation d'une collection d'algorithmes et élaborer des machines numériques, des algorithmes, qui évoluent et apprennent à partir d'exemple.

3. Objectifs spécifiques:

- servir l'utilisateur et le programmeur.
- Le noyau de cet outil est en fait un meta-modèle pour décrire les graphes et les méthodes de base pour les manipuler

4. Contenu:

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

GSTA2307 : Programmation en nombre entiers

1. Prérequis :

2. Objectif général: Maitriser la résolution des problème d'ordonnancement cyclique d'instructions, Parallélisme d'instructions, Architectures VLIW : ST200 de STMicroelectronics dans les industries.

3. Objectifs spécifiques:

- Proposer un ordonnancement des instructions pour terminer le programme en un temps minimal.
- Optimiser l'exécution des boucles : pipeline logiciel.
- Maitriser la programmation des problèmes d'ordonnancement cyclique : ordonnancement modulo

4. Contenu:

Définition du problème RCMSP
 Programmation linéaire en nombres entiers
 Décomposition de Dantzig-Wolfe
 Relaxation Lagrangienne
 Méthode hybride
 Conclusion et perspectives
 Modélisation de problèmes classiques
 méthodes d'énumération implicite (branch-and-bound) : arbre d'énumération, stratégie d'exploration, règles de branchements
 Théorie polyédrale : inégalités valides, dimension, faces et facettes
 Unité modularité. Méthodes des plans coupants. Coupes de Chvatal-Gomory et de Gomory
 Algorithmes de séparation spécialisés
 Décomposition de Dantzig-Wolfe et génération de colonnes. Relaxation lagrangienne
 Décomposition de Benders. Étude détaillée des problèmes de sac à dos et du commis voyageur

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle et applications.

9. Bibliographie :

GSTA2308 : Méthodes multicritères d'aide à la décision 3 crédits

1. Prérequis : Informatique

2. Objectif général: Présenter des notions de recherche opérationnelle et d'aide à la décision indispensables pour de futurs ingénieurs, décideurs, responsables de projets.

3. Objectifs spécifiques: Aptitude à modéliser des problèmes issus de l'Entreprise. Assimilation de méthodes et d'algorithmes fondamentaux en recherche opérationnelle et aide à la décision (en particulier pour l'optimisation de programmes linéaires).

Notions de fiabilité et de sûreté de fonctionnement indispensables à l'Ingénieur

4. Contenu:

Graphes et ordonnancements en gestion des projets (Rappels des concepts élémentaires de théorie des graphes. Problème du chemin de valeur optimale entre deux sommets.

Ordonnement de projets : méthodes PERT et MPM (chemin critique, marges).

Traitement des contraintes cumulatives (budget.)

Programmation linéaire et applications (Généralités : origine, domaines d'application, pertinence. Introduction géométrique puis algébrique à l'algorithme du simplexe.

Problème de la base initiale. Dualité. Analyse en sensibilité (paramétrages).)

Analyse multicritère (Méthodologie : modélisation d'un problème de décision ; concept de critères, approches monocritère et multicritère. Méthodes de surclassement : méthodes ELECTRE, "Goal-programming" et liens avec la programmation linéaire)

Éléments de théorie des files et d'attente et de sûreté de fonctionnement (Loi de Poisson, loi exponentielle. Processus de MARKOV : processus de naissance et de mort. Présentation des files d'attentes, classification de Kendall, File d'attente M/M/1 et applications.)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle et applications.

9. Bibliographie:

UE4 : Théorie des séries

GSTA2309 : Série temporelle 2 : Analyse multivarié

- 1. Prérequis :** Cours de Séries Temporelles 1 : analyse univariée.
- 2. Objectif général :** L'objectif de ce cours est de savoir modéliser l'évolution dans le temps d'un phénomène aléatoire.
- 3. Objectifs spécifiques : Maîtriser**
 1. Les processus auto régressif stationnaires (VAR), leur estimation et les outils d'analyse associés.
 2. la modélisation, aux tests et à l'estimation de relations linéaires entre séries à racines unitaires.
 3. La théorie de représentation de Granger
- 4. Contenu :** Dans un premier temps ce cours introduit les processus autorégressif stationnaires (VAR), leur estimation et les outils d'analyse associés (fonctions de réponse aux chocs, décomposition de variance, causalité selon Granger ainsi que les mesures de Geweke des divers types de dépendances linéaires). On y traite également des VAR structurels. La seconde partie est consacrée à la modélisation, aux tests et à l'estimation de relations linéaires entre séries à racines unitaires. Via le théorème de représentation de Granger, on discute des modèles à correction d'erreur. Outre la procédure en deux étapes d'Engle-Granger, on présente notamment les tests de cointégration de Johansen.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

GSTA2310 : Langage Macro sous SAS

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** Le principal objectif de cette vignette est de s'initier à la réalisation de macros commandes SAS. Il s'agit de concevoir puis carrosser un ensemble de traitement spécifiques afin, par exemple, de les rendre accessibles à des utilisateurs non spécialistes de SAS mais gros consommateurs comme dans l'industrie pharmaceutique ou le marketing.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Écrire et tester le programme qui exécute l'algorithme voulu.
 - Déterminer les variables qui seront les paramètres de la macro, celles qui rendront facilement généralisable à d'autres usages le programme ainsi conçu.
 - Transformer en macros variables les variables ainsi identifiées. Elles seront regroupées en tête de programme, initialisées et documentées.
 - Tester les fonctionnalités du programme en variant les valeurs des paramètres / macros variables.
 - Encapsuler le programme dans une macro commande
 - Faire exécuter la macro commande à SAS.
 - Tester l'appel de la macro en respectant scrupuleusement l'ordre des paramètres
- 4. Contenu :** Prise en main, Gestion des données, Graphiques, Macros-commandes, Bases de données
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

GSTA2311: Bootstrap et simulation

1. **Prérequis :** Économétrie des séries temporelles
2. **Objectif général :** L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique des méthodes de simulations et à l'application de ces méthodes avec le logiciel SAS.
3. **Objectifs spécifiques :**
 1. Maîtriser les Méthodes de Monte Carlo, Les Méthodes du Bootstrap
 2. Maîtriser la programmation de ces méthodes sous SAS
4. **Contenu :** Fondements, Les Méthodes de Monte Carlo, Les Méthodes du Bootstrap.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie :**

- Davidson, R. et J. G. MacKinnon (2003), **Econometric Theory and Methods**, Oxford University Press.

- Davidson, R. et J. G. MacKinnon (1993), **Estimation and Inference in Econometrics**, New York: Oxford University Press.

- Davison, A. C. et D. V. Hinkley (1997), **Bootstrap Methods and their Application**. Cambridge: Cambridge University Press.

Semestre 4

UE5: Recherche en statistique

GSTA2412 : Sujets spéciaux

1. **Prérequis :** Tous les cours
2. **Objectif général:** Développer un sujet de travail en rapport avec la spécialité.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Maîtriser la dissertation d'un travail de spécialisation dans le parcours de formation.
 - Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage
4. **Contenu:** Le contenu dépend du sujet donné.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit et Oral
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en Statistiques et Application
9. **Bibliographie :**

GSTA2413 : Séminaire

1. Prérequis : Tous les cours

2. Objectif général: Suivre et synthétiser un travail présenté en séminaire par un professeur spécialisé.

3. Objectifs spécifiques:

- Développer les techniques d'écoute et de compréhension.
- Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage

4. Contenu: Le contenu dépend du sujet donné.

5. Méthodologie d'enseignement: Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit et Oral

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Statistiques et Application

9. Bibliographie :

GSTA2414 : Activité de Recherche

1. Prérequis : Tous les cours

2. Objectif général: Développer un sujet de recherche en rapport avec la spécialité.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser les techniques applicables en Méthodologie de recherche dans le parcours de formation.
- Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage

4. Contenu: Le contenu dépend du sujet donné.

5. Méthodologie d'enseignement: Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit et Oral

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Statistiques et Application

9. Bibliographie :

GSTA2415 : Stage de consultation statistique

1. Prérequis : Tous les cours en rapport avec la conduite d'une enquête statistique sur terrain.

2. Objectif général: Appliquer les techniques de conduite d'une enquête et de consultation statistique.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser la mise en pratique des méthodes dans le parcours de formation.
- Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage

4. Contenu: Le contenu dépend du sujet donné.

5. Méthodologie d'enseignement: Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit et Oral

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : Professionnel en Statistiques et Application

9. Bibliographie :

UE6 : Stage et mémoires**GSTA2416 : Stage de fin d'études**

1. Prérequis : Tous les cours.

2. Objectif général: Développer un Sujet de recherche en rapport avec le parcours de formation.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser la mise en pratique des méthodes dans le parcours de formation.
- Maîtriser les techniques de rédaction et de rapportage

4. Contenu: Le contenu dépend du sujet donné.

5. Méthodologie d'enseignement: Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit et Oral

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Statistiques et Application

9. Bibliographie :

GSTA2417 : Mémoire

1. Prérequis : Tous les cours.

2. Objectif général: Développer les techniques de rédaction Scientifiques sur un thème de recherche donné.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser la mise en pratique des méthodes dans le parcours de formation.
- Maîtriser les techniques de rédaction.

4. Contenu: Le contenu dépend du sujet donné.

5. Méthodologie d'enseignement: Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit et Oral

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Statistiques et Application

9. Bibliographie

II.2. Parcours Statistique et Informatique Décisionnelle**1. Description**

La statistique est l'étude de la collecte de données, leur analyse, leur traitement, l'interprétation des résultats et leur présentation afin de rendre les données compréhensibles par tous. C'est à la fois une science, une méthode et un ensemble de techniques.

La statistique est donc un domaine des mathématiques, de plus en plus, elle fait partie de ce que l'on appelle aujourd'hui la science des données en anglais : Data Science. Elle possède une composante théorique ainsi qu'une composante appliquée. La composante théorique s'appuie sur la théorie des probabilités et forme avec cette dernière, les sciences de l'aléatoire. La statistique appliquée est utilisée dans presque tous les domaines de l'activité humaine : ingénierie, management, économie, biologie, informatique, actuariat, etc. La statistique utilise des règles et des méthodes sur la collecte des données, pour que celles-ci puissent être correctement interprétées, souvent comme composante

d'une aide à la décision. Le statisticien a pour profession la mise au point d'outils statistiques, dans le secteur privé ou le secteur public, et leur exploitation généralement dans un domaine d'expertise. L'informatique décisionnelle, aussi appelée business intelligence « BI », désigne un ensemble de méthodes, de moyens et d'outils informatiques utilisés pour piloter une entreprise et aider à la prise de décision : tableaux de bord, rapports analytiques et prospectifs.

Elle repose à la fois sur la collecte, la modélisation et la restitution des données éparses, déstructurées et hétérogènes que génère une entreprise : archives papier, bases de données, feuilles de calcul, données clients collectées via un service en ligne, etc. Le tout est traité par des outils d'extraction, de transfert et de consolidation (en anglais Extract Transform Load, ETL) mis en place pour normaliser ces sources et établir une cohérence entre elles.

2.Objectif du programme

2.1 Objectif global

Ce programme a pour objectif de former des spécialistes en **Statistique et Informatique Décisionnelle**.

2.2 Objectifs Spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Le programme de **Statistique et Informatique Décisionnelle** vise à:

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales en **Statistique et Informatique Décisionnelle**;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes de la Statistique et Informatique décisionnelle, tant sur le plan de la conception des algorithmes, l'implémentation et que sur le plan de l'analyse et l'interprétation scientifique des résultats et des données statistiques;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel ou scientifique.

2.2.2 Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la prise de décision aux fins services public s et privés;
- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la **Statistique et Informatique Décisionnelle**; sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine de statistique et l'informatique décisionnelle et de la théorie managérial.

2.2.3 Objectifs de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectif de :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;

- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche tout au long de la vie;
- Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine du **Statistique et Informatique Décisionnelle** ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme de **Statistique et Informatique Décisionnelle** de l'ISTA, les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des outils d'aide à la prise de décision dans les industries, l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels dans le domaine du **Statistique et Informatique Décisionnelle** et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques appliquées et des sciences naturelles pertinentes au **Statistique et Informatique Décisionnelle** ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact du **Statistique et Informatique Décisionnelle** sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans la prise de décision et le développement de logiciels .

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en **Statistique et Informatique Décisionnelle**.

Le diplômé doit être capable de

- maîtriser les domaines d'activité identifiés en statistique appliquée et en informatique décisionnelle ;
- Évaluer les SSN;
- Concevoir et Modéliser les phénomènes économiques et sociaux ;
- Utiliser des logiciels informatiques existants dans les plateformes modernes;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans les domaines du développement, de la statistique, de l'informatique décisionnelle, et de la résolution des problèmes du monde réel
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques.
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. *Compétences pratiques*

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la gestion des systèmes statistiques nationaux
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en génie statistique et informatique décisionnelle.
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Modéliser, analyser et prendre de décision adéquate
- Estimer et identifier des modèles d'ajustement aux données et de prévisions
- Maîtriser la Théorie des jeux dynamiques, jeux non-coopératifs et prise de décision stratégique.
- Maîtriser les Bases de la conception, de la modélisation et du contrôle optimal pour la stabilisation et de suivi d'un comportement souhaité.
- Maîtriser le calcul symbolique et calcul numérique exact, avec une attention à la vitesse, l'efficacité et l'utilisation de mémoire.
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels statistiques et de l'informatique décisionnelle.
- Maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des regroupements de données
- Maîtriser le calcul d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données
- Élaborer des hypothèses de recherche imprévue initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée
- Tester des hypothèses statistiques

c. *Compétences interpersonnelles*

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en génie statistique et informatique décisionnelle.

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations.
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme.

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en statistique Appliquée et Informatique décisionnelle, parcours Génie Statistique.

Les débouchés professionnels et scientifiques visés sont les services:

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée,
- Le secteur bancaire, finances et assurances,
- les institutions d'éducation et de la recherche scientifique.,
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Statistique et Informatique décisionnelle est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalents, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en mathématiques, en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi.

Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin. Le programme de master en Statistique et Informatique décisionnelle est un programme de deux ans et conduit à le titre de Master of Science « M.Sc. »

7. Maquette

7.1 Master I Parcours Statistique et Informatique décisionnelle

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 1							
UE1 : Fondamentales		90					6
Génie logiciel avancé	SID1101	45	30	15			3
Logiciels de calcul formel	SID1102	45	20	10			3
UE2 : Probabilité et Complexité		90					6
Probabilités et	SID1103	45	35	10			3

statistiques							
Théorie de la complexité	SID1104	45	30		15		3
UE2 : Sécurité des données		90					6
Cryptographie et Sécurité des données	SID1105	45	20	10			3
Bases de données	SID1106	45					3
UE3 : Outils avancés		90					6
Optimisation combinatoire	SID1107	45	30		15		3
Programmation par contrainte	SID1108	45	30		15		3
UE4 : Réseaux et Programmation parallèle		90					6
Systèmes distribués	SID1109	45	30	15			3
Réseaux informatiques	SID1110	45	30	5	10		3
Développement de logiciels statistiques	SID1111	45	30	15			3
Total semestre 1		450					30
Semestre 2							
UE1 :Plateformes et environnements de développement		120					8
Langages fonctionnels	SID1216	45	25	5	15		3
Langages et environnement évolués	SID1222	45	20	10			2
Administration système	SID1213SID	45	30		15		3
UE2 :Ingénierie et gestion des connaissances		105					7
Ingénierie des connaissances	SID1220	45	30	15			3
Représentation de connaissances	SID1223	30	20	10			2
Web sémantique	SID1219	30	30	10			2
UE3 :Systèmes experts							6
Traitement numérique des données	SID1224	45					3
Résolution de problèmes en IA	SID1217	45	20	10			3
UE4 : traitement visuel de données							9
Infographie	SID1214	45					3

Interface Homme-Machine	SID1215	45	30	15			3
Visualisation des données	SID1218	45	45	10			3
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

7.2. Master II Parcours Statistique et Informatique décisionnelle

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE1 : Outils de spécialités		120					9
Analyse statistique des données	SID2301	45	30		15		3
Bases de données avancées	SID2302	45	30		15		3
Gestion des projets	SID2303	45	30	5	10		3
UE 2 : Outils de décision		90					7
Théorie et méthodes de prise de décision	SID2304	60	45	15			4
Modèles et méthodes d'apprentissage	SID2305	45	30	15			3
UE 3: Intelligence économique		90					6
Entrepôt des données	SID2306	45	30	15			3
Fouille de données	SID2307	45	30	15			3
UE4 : Mégadonnées		105					8
Traitement des données volumineuses	SID2308	60	45	15			4
Cloud computing	SID2309	60	45	15			4
Total semestre		450					30
Semestre 4							
UE 4 : Calcul des séries		150					10
Séries chronologiques	SID2410	45	30	15			3
Calculs de processus	SID2411	30	20	10			2
Réseaux sociaux	SID2412	45	30	15			3

Techniques de communication	SID2413	30	20	10			2
UE6 : Stage de Recherche et mémoire		45					20
Stage Entreprise / Laboratoire	SID2415	150	150				10
Mémoire	SID2416	150	150				10
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

8. Descriptif des Cours Master Statistique Appliquée et Informatique décisionnelle, Parcours Génie Statistique

8.1 Mastère I Statistique Appliquée et Informatique décisionnelle, Parcours Génie Statistique

UE1 : Fondamentales

GSID1101.Génie logiciel avancé

1. Prérequis: Modèles de développement logiciel, Langage de Modélisation UML, Tests unitaires, Métriques

2. Objectif: Modèles de développement logiciel, Langage de Modélisation UML, Tests unitaires, Métriques.

3. Objectifs spécifiques:

- Montrer comment les techniques de spécification formelles aident à découvrir des problèmes dans la conception d'un système.
- Définir et utiliser des techniques algébriques pour spécifier les interfaces d'un système.
- Donner : Une idée globale du génie logiciel et des bases solides sur des points avancés.
- Savoir appliquer les techniques et les pratiques de l'informatique, du génie et de la gestion de projet.

4. Contenu:

1. Ingénierie du Logiciel : Processus de développement (Méthodes Agiles : RUP, Scrum, Open Up, collaboratif...). Gestion de Projet : différentes méthodes de modélisation (Gantt, Pert...), Gestion de configuration, Intégration continue, Référentiels, Normes. Gestion des Risques. Définition des Exigences. Métrologie : Mesures et Diagnostic Qualité Logiciel (diagramme de Kiviat...).

2. Qualité du logiciel : Langage de modélisation UML et programmation objet : Les concepts du langage UML et les règles applicables, Les principaux diagrammes utilisés.....Navigation dans un modèle.

3. Implémentation de la modélisation. Diagramme de séquence détaillée, classes participantes, implémentation, métriques.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en informatique

9. Bibliographie

GSID1102 : Probabilités et statistiques

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: Maitrise des lois de probabilité et distributions statistiques.

3. Objectifs spécifiques: À la fin de ce cours, les étudiants devront être capables :

- d'utiliser les notions et le vocabulaire propres à la théorie des probabilités et à la statistique,
- d'évaluer la probabilité d'événements en recourant à l'analyse combinatoire ou aux principales lois de probabilité,
- de construire la distribution de probabilité d'une variable aléatoire discrète et d'en calculer l'espérance et la variance,
- de normaliser des données,
- d'utiliser correctement les tables des lois binomiale, de Poisson, normale, de Student et du khi carré,
- d'estimer une moyenne ou une proportion par intervalle de confiance,
- d'effectuer des tests d'hypothèses (moyenne, proportion, comparaison de deux moyennes, comparaison de deux proportions, d'ajustement) en respectant leurs conditions
- d'application en ce qui a trait notamment à la taille ou au type (indépendants ou appariés) des échantillons.

4. Contenu:

Variables aléatoires. Lois et méthodes de calcul multidimensionnel. Notions de convergence et théorèmes limites. Théorie de l'estimation ponctuelle et par région de confiance : approches classique, bayésienne et par la vraisemblance. Théorie des tests : approche de Neyman et Pearson, test du rapport des vraisemblances, tests d'adéquation.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques ou à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

GSID1103 : Logiciels de calcul formel

1. Prérequis:

2. Objectif: Python est récemment devenu une alternative plus que probante pour les scientifiques et comme c'est un langage générique, il est possible de gérer l'ensemble des traitements appliqués aux données, depuis les traitements des sources de données jusqu'à leur visualisation sans changer de langage. Ce cours introduit différents outils qui permettent de faire 'parler' les données pour obtenir rapidement des résultats. Principaux acquis de la formation : - Manipulation de données de toutes dimensions, structurées, non structurées - Machine Learning, overfitting, ROC - Programmation créative

3. Objectifs spécifiques:

- apprendre à utiliser le logiciel de calcul formel ;
- apprendre les commandes et fonctions de bases
- Maîtriser la Visualisation, Graphiques interactifs, le Calcul numérique et Optimisation

4. Contenu:

- Dataframe, SQL
- Données non structurées (JSON, XML), Grandes données, distribution des calculs
- Visualisation, Graphiques interactifs
- Calcul numérique Optimisation (numpy, scipy, cvxopt)
- Machine Learning, Statistiques descriptives avec scikit-learn

- Code jam, aperçu des exercices qui reviennent fréquemment lors des entretiens d'embauche
- Sujets variés
- Python et R
- Python et C#
- Quelques aspects techniques et légaux (tracer une carte veut dire parfois envoyer ses données à un service externe)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Informatique et Applications

9. Bibliographie

UE2 : Sécurité des données

GSID1104. Cryptographie et Sécurité des données

Prerequis : Arithmétique des corps fini

2. Objectif global : Ce cours a pour objectif d'introduire les différents services de sécurité et les mécanismes cryptographiques permettant de les réaliser tel que les notions de confidentialité et chiffrement, contrôle d'intégrité, authentification, signature digitale et non-répudiation, l'importante notion de certificats numériques et d'infrastructures à clés publiques et privés.

3. Objectifs spécifiques

- Se sensibiliser aux risques liés aux attaques sur les systèmes d'information.
- Se familiariser avec les concepts de la sécurité informatique.
- Connaître les différents services de sécurité.
- Savoir utiliser des mécanismes cryptographiques pour garantir différents services de sécurité.
- Analyser un protocole cryptographique

4. Contenu :

Motivation .

Différents modèles de sécurité .

Introduction à la cryptographie

Vocabulaire de base .

Notations .

Principe de Kerckhoff .

La publication des algorithmes .

Les principaux concepts cryptographiques .

2. La cryptographie classique

Substitution monoalphabétique .

Chiffrement polygraphique .

Substitutions polyalphabétiques .

Transpositions .

Machines à rotor .

Ressources supplémentaires .

3. Compléments mathématiques

Théorie de Shannon - Entropie .

Complexité en temps et en espace .

Autres concepts utiles .

Ressources supplémentaires .

4. Le chiffrement par blocs

Introduction .

Les structures de Feistel .

D.E.S. - Data Encryption Standard .

Faiblesses du D.E.S. et évolutions .

A.E.S. - Advanced Encryption Standard .

Modes de chiffrement symétrique .

Références supplémentaires .

5. Chiffrement de flux

Les LFSR classiques .

Utilisation moderne des LFSR .

RC4 .

Comparaisons des chiffrements par blocs et par flots .

Ressources supplémentaires .

6. Le chiffrement par clé publique

Concept .

Merkle-Hellman .

RSA : Rivest - Shamir - Adleman .

El Gamal .

L'utilisation des courbes elliptiques .

Comparaisons .

Ressources supplémentaires .

7. Authentification et intégrité

Par chiffrement du message .

Fonctions de hachage .

MAC - Message Authentication Code .

Signatures digitales .

Le Zero-Knowledge .

Ressources supplémentaires .

8. Algorithmes pour l'authentification et l'intégrité

MD5 .

SHA-1

Algorithmes pour les MAC .

Algorithmes de signatures .

Algorithme ZK .

9. La gestion des clés

Distribution des clés . .

Echange des clés - Diffie Hellman .

Ressources supplémentaires .

10. IPSEC

Présentation .

Architecture .

Les modes d'IPSec .

SPD et SA .

AH - Authentication Header .

ESP - Encapsulation Security Payload .

Gestion des clés .

Ressources supplémentaires .

11. Protocoles d'authentification

Authentification mutuelle .
Authentification par passage unique .
Kerberos .
Secure Socket Layer .

12. Les architectures de paiement électronique

Le SET .
3D-Secure .
Autres solutions .

13. PGP

Principes .
Format d'un message .
Clés cryptographiques et anneaux de clés .
Ressources supplémentaires .

14. S/Mime

SMTP .
MIME .
S/MIME .

15. Le monde quantique
Le calculateur quantique .
La cryptographie quantique .
Conclusions .

16. La cryptanalyse

Les 4 attaques cryptanalytiques .
Quelques autres techniques .
Attaquer les fonctions de hachage .
Les attaques par canaux auxiliaires .
En guise de conclusion

17. Gestion des accès

Modèle de Lampson .
Méthodes d'accès aux données .
La problématique des mots de passe .
Sécurité logicielle

Introduction .

Virus, Vers et dérivés .

Les systèmes de protection .

La notion de Vulnérabilité .

Ressources supplémentaires .

18. La sécurité en entreprise

La notion de risque .
La destruction des données .

19. La biométrie

Fonctionnement .

Mode de fonctionnement .

Mesures des performances .

Moyens biométriques physiques .

Moyens biométriques comportementaux .

Moyens biométriques expérimentaux .

La biométrie multimodale .

Avantages, inconvénients et conclusions .

Ressources supplémentaires .

20. La Stéganographie

Définition .

La stéganographie dans l'Histoire .

Principes .

Les types de support .

La stéganalyse .

Les Anamorphoses .

Ressources supplémentaires .

Conclusions

Annexe 1 : Rappels mathématiques

Entropie .

Distance d'unicité .

Arithmétique modulaire .

Algorithme d'Euclide .

Annexe 2 : Concours AES

Rijndael - Daemen, Rijmen .

Serpent - Anderson, Biham, Knudsen .

Twofish - Schneier, Wagner .

Annexe 3 : Sécurité logicielle

Intrusions .

Les firewalls

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Sciences Informatiques et applications, Mathématique appliquées.

9. Bibliographie :

GSID1105. Bases de données

1. Prérequis :

2. Objectif général: Comprendre les concepts sous-jacents à la réalisation d'une base de données, Comprendre le modèle relationnel afin de l'utiliser algébriquement et pratiquement à l'aide du langage SQL. Enfin, utiliser une technique de modélisation reconnue pour structurer les données d'entreprises.

3. Objectifs spécifiques: Au terme du cours, l'étudiante ou l'étudiant sera capable:

- d'appliquer les principaux concepts sous-jacents à l'environnement de données de l'entreprise et leur organisation en base de données;
- d'utiliser les techniques de modélisation des données ; être capable de les appliquer et de relier un modèle de données aux processus de l'entreprise;
- d'utiliser les fondements théoriques du modèle relationnel pour concevoir et manipuler efficacement une base de données relationnelle;
- de construire des bases de données simples et les exploiter avec un langage de quatrième génération SQL ou un logiciel spécialisé

4. Contenu : Définitions et liens avec le contexte d'affaire d'une entreprise. Revue des différents SGBD, concepts et pensée relationnelle. Apprentissage et utilisation du langage SQL. Normalisation et vérifications des bases de données selon les dépendances fonctionnelles. Modélisation conceptuelle, logique puis physique. Optimisation du SGBD relationnel.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

UE3 : Outils avancés

GSID1106. Optimisation combinatoire

1. Prérequis :

2. Objectif général: Savoir un problème d'optimisation et comment concevoir et implémenter des heuristiques pour résoudre des problèmes difficiles.

3. Objectifs spécifiques: À l'issue de ce cours, l'étudiant devra être capables de :

connaître la différence entre "heuristique" et "méta-heuristique"

comprendre la classification générale des méthodes d'optimisation combinatoire et les concepts sous-jacents

décrire le fonctionnement des méthodes classiques

modéliser un problème et lui appliquer une méthode d'optimisation

Avec un peu plus de temps et de pratique :

évaluer et comparer plusieurs méthodes d'optimisation sur un

problème donné

combinaison de différentes méthodes de manière performante

4. Contenu:

Notations asymptotiques: ordres de complexité, bornes inférieures et supérieures sur le temps de calcul.

Réductions et transformations de problèmes: réductions linéaire et polynomiales.

Théorie de la NP-complétude: classes P, NP, NP-complet et NP-dur.

Paradigmes de résolution: algorithmes constructifs, méthode de trajectoire, méthodes évolutives.

Techniques de résolution: recuit simulé, recherche tabou, recherche à voisinage variable, algorithmes génétiques, méthode à mémoire adaptative, etc.

Algorithmes d'approximation : approximation absolue ou relative, schémas d'approximation.

Matroïdes : algorithme glouton, intersection de deux matroïdes

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit **7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

GSID1107. Programmation par contrainte

1.1. Prérequis :

2. Objectif général: Ce cours vise à introduire les concepts fondamentaux de la programmation par contraintes et à étudier la modélisation et la résolution de problèmes à l'aide de la programmation par contraintes.

3. Objectifs spécifiques:

Modéliser la programmation par contrainte

Résoudre les problèmes divers en optimisation et en ingénierie

Discuter et interpréter les résultats

4. Contenu:

- Modélisation et résolution de problèmes à l'aide de la programmation par contraintes : intérêt de la programmation par contraintes, exemples,

- Types de contraintes, principaux algorithmes et heuristiques de résolution

- Utilisation du logiciel professionnel OPL Studio

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

-K. Apt, Principles of Constraint Programming, Cambridge University Press, 2009.

- K. Marriott and P.J. Stuckey, Programming with Constraints: An Introduction, The MIT Press, 1998.

- E. Tsang, Foundations of Constraint Satisfaction, Academic Press, 1993.

GSID1108. Réseaux informatiques

1. **Prérequis :** Introduction aux réseaux

2. **Objectif :** Le but de ce cours est de permettre l'étudiant d'avoir des notions théoriques et pratiques en matière d'administration des réseaux informatiques sous Linux. A la fin du cours, l'étudiant devrait être capable d'installer un système d'exploitation Linux serveur, de concevoir, de configurer et d'administrer un réseau local d'une entreprise. Les apprenants doivent savoir les grandes familles de tâches qui incombent à l'administrateur sous Linux : gérer le système, les services et la sécurité.

3. **Objectifs spécifiques**

- Apprendre aux étudiants les concepts pertinents à la configuration, programmation et administration des réseaux informatiques ;
- Maîtriser les différentes commandes d'administration de réseaux sous Linux.
- Equiper les étudiants des connaissances pertinentes leur permettant d'exploiter de manière optimale la puissance des réseaux informatiques pour l'entreprise.

4. **Contenu :**

Adressage ; Définitions et rôles des serveurs ;

La Famille Serveur Linux ;

Matériel et configuration ;

Méthode d'administration ;

Installation du système ;

Choix du type d'installation ;

Détection du matériel réseau ;

Partitionnement des disques durs ;

Outils de l'administrateur réseau et le routage ;

Les fichiers de configuration réseau ;

installation des services réseau (DNS, DHCP,...) ;

Configuration d'un serveur DHCP, Mise en œuvre d'un client DHCP ;

configuration d'un serveur DNS ;

Configuration du DNS manuellement, Procédure de tests, Dépannage et outils, Le cache du DNS ;

La commande ifconfig ;

La commande arp ;

La commande route ;

La commande netstat ;

La commande traceroute ;

utilisation du protocole ARP ;Acheminement Internet ;

Application sur la redirection ;

Serveur web virtuel basé sur les adresses IP ;

Sécurisation des accès, Renouvellement de bail IP ;

superviser le système et les applications ;

Prévoir et gérer les incidents et les intrusions (tâches transversales), planifier les migrations.

5. **Méthodologie d'enseignement** : cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateur.

6. **Méthodologie d'évaluation** : Examen écrite et pratique sur ordinateur ou projet de fin de module.

7. **Profil de l'Enseignant**: PhD en Informatique, option réseaux

8. **Bibliographie**

UE4 : Programmation parallèle

GSID1109. Systèmes distribués

1) Prérequis

a. Système parallèles

b. Programmation cote serveur

2) Objectif global

Le cours vise à aider les apprenants à maîtriser le SR dans le cadre d'un modèle formel qui offre une abstraction et une simplicité moyennant la maîtrise des principes , méthodes et modèles d'implémentation et de gestion tels que RPC,RMI., SOCKET , REST et web service ,

3) Objectifs spécifiques

a. Connaître les caractéristiques d'un système distribué (SD)

- b. Comprendre les concepts et les paradigmes fondamentaux d'un SD (les dessous)
- c. maîtriser le SR dans le cadre d'un modèle formel qui offre une abstraction et une simplicité moyennant la maîtrise des principes, méthodes et modèles d'implémentation et de gestion tels que RPC, RMI, SOCKET, REST et web service
- d. Bien comprendre l'algorithmique distribuée (élection, arbre recouvrant, exclusion mutuelle, etc)
- e. Pouvoir raisonner dans un environnement distribué
- f. Prouver la correction et la validité d'un algorithme distribué
- g. Concevoir des algorithmes distribués
- h. Manipuler et implémenter ces algorithmes tout en ayant d beaucoup de recul par rapport aux technologies.

4) **Contenu du cours :** Rappel sur les réseaux informatiques. Composantes-Topologies-Architectures-protocoles des réseaux informatiques, architecture logique et physique, Principes généraux sur les systèmes repartis, Principaux problèmes de coordination et cohérence de données, Classes et exemples de systèmes repartis :

- Paradigmes et principes de communication
- Gestion de la communication et services de communications
- La gestion des activités et synchronisation repartie Envoie de messages, appel de sous-programmes à distances, Remoted Procédures Call (RPC), appel de méthodes à distance RMI
- Le partages de données reparties. Objets repartis
- Web services, SOA et SOAP
- REST : Représentationnel State Transfer
- Sockets
- Applications multithreadées dans un réseau informatique : Banque virtuelle + Ecoute des ports et réponse aux requêtes lancées dans un réseau informatique, ...

Conditions générales

Livres de bibliothèque, Ordinateurs équipées de noyau temps réels (RTOS), Internet.

Laboratoire informatique d'au moins 32 ordinateurs sur lesquels sont installés une des versions du système d'exploitation Windows et mis en réseau avec les paquets de logiciels et applications appropriés tels que Microsoft Office 20xy, Eclipse, JDK, NetBeans.

- 5) **Mécanismes et procédés d'évaluations Cours magistral :** théorie illustrée des exemples et consolidée par des exercices, des devoirs à domicile. La méthodologie d'évaluation inclut la forme d'évaluation formative par des contrôles et des interrogations ainsi que de travaux en groupes cotés sur 40% et la forme sommative par un examen écrit à la fin du semestre à hauteur de 60%.
- 6) **Méthode d'enseignement :** Notes de cours sous forme de diapositifs enrichis par des explications et mise au point du professeur et émaillés et étayés par exemples, exercices et travaux personnalisés sous forme de projets
- 7) **Méthode d'évaluation :** Exposes, exercices, contrôles, interrogations et un examen écrit à la fin du semestre
- 8) **Profil de l'Enseignant:** PhD en Systèmes embarqués et Applications
- 9) **Bibliographie**

GSID1110. Théorie de la complexité

1. **Prérequis:** Probabilité

2. **Objectif:** Comprendre la notion d'apprentissage statistique supervisé et la notion de modèle complexe

3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser

- La Classification supervisée

- La Notion de sur-ajustement et sparsité
- La théorie de Vapnik-Chervonenkis et entropie
- Les Pénalités liées à la complexité du modèle

4. Contenu:

- * Classification supervisée : définition de l'erreur d'ajustement et erreur de généralisation
- * Notion de sur-ajustement et sparsité
- * théorie de Vapnik-Chervonenkis et entropie
- *Pénalités liées à la complexité du modèle
- *Extension au cadre de la régression et sélection de modèle

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

GSID1111. Développement de logiciels libres

1. Prérequis: Ingénierie des logiciels

2. Objectif: Maîtriser les méthodes de programmation et d'ingénierie des logiciels libres et leur codages sous les plates formes existantes.

3. Objectifs spécifiques:

- maîtriser les 3 phases de programmation des logiciels
- maîtriser les différentes techniques de programmation

4. Contenu: la conception de logiciel va suivre 3 grandes phases :

1. Phase d'analyse (fonctionnelle) ou de conception

Durant cette phase, on effectue simultanément l'étude des données et l'étude des traitements à effectuer. C'est en général dans cette phase que s'appliquent les techniques de modélisation. Il en découle la description des bases de données éventuelles à créer et les programmes à écrire et la manière dont tout cela va être intégré.

- Spécification
- Conception
- Définition de l'architecture

2.Phase de réalisation ou de programmation \\(écriture et tests des programmes)

- Algorithmique
- Codage
- Programmation
- Contrôle de version
- Refactoring
- Tests unitaires
- Optimisation du code

3.Phase de livraison

- Intégration
- Validation

- Documentation du logiciel
- Packaging

Implémenter les 3 phases de programmation des logiciels à l'aide des techniques de programmation suivantes :

- Programmation impérative
- Programmation structurée
- Programmation orientée objet
- Programmation orientée prototype
- Programmation par contrat
- Programmation déclarative
- Programmation fonctionnelle
- Programmation logique
- Programmation par contraintes
- Programmation orientée composant
- Programmation orientée aspect
- Programmation concurrente
- Programmation procédurale
- Programmation par intention
- Programmation dynamiques
- Programmation descriptive

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard+ Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques Appliquées ou en Sciences Informatiques

9. Bibliographie

semestre 2

UE5 : Théorie informatique et systèmes

GSID1212. TEC à faire plus tard

1. Prérequis:

2. Objectif: Initier les étudiants aux modèles et composantes de la communication et établir un schéma global de la communication et analyse de situation.

3. Objectifs spécifiques:

- Consolider les acquis linguistiques des étudiants.
- Initier les étudiants aux enjeux des relations interpersonnelles en situation professionnelle.
- Développer les compétences de communication écrite et orale des étudiants.
- Renforcer les acquis linguistiques des étudiants

4. Contenu: Initiation aux champs de la communication-Communication écrite : techniques de traitement de l'information, prise de notes, production de discours fonctionnels, Renforcement linguistique, Prise de parole en public, Renforcement linguistique, Processus, formes et outils de la communication interpersonnelle, Argumentation : types de raisonnement, stratégies argumentatives, Communication orale : débat et animation de groupes de discussion.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Sciences Sociales

9. Bibliographie

GSID1213. Administration des systèmes

1. Prérequis: Réseaux informatiques et sécurités des données

2. Objectif: Ce cours est consacré à l'étude d'une infrastructure de stockage illustrant les technologies DAS (Direct Attached Storage), SAN (Storage Area Network) et la redondance de niveau 1 (RAID1). Le protocole iSCSI est utilisé pour la partie SAN comme exemple d'accès «en mode bloc» aux unités de stockage réseau. La redondance de niveau 1 utilise les fonctions intégrées au noyau Linux. L'infrastructure proposée montre comment les différentes technologies élémentaires peuvent être combinées pour atteindre les objectifs de haute disponibilité et de sauvegarde.

3. Objectifs spécifiques:

- Introduire la théorie du réseau de stockage iSCSI .
- Introduire les système de fichiers réseau NFSv4
- Introduire les annuaires LDAP avec OpenLDAP
- Associer LDAP, NFSv4 et autofs
- Introduire la théorie des service DNS

4. Contenu:

Introduction au réseau de stockage iSCSI

1.1. Adressage IP des postes de travail

1.2. Technologie iSCSI et topologie de travaux pratiques

1.2.1. Bases de la technologie iSCSI

1.2.2. Infrastructure de stockage étudiée

1.3. Préparation d'une unité de stockage

1.3.1. Destruction de la table des partitions

1.3.2. Création de la table des partitions et formatage

1.3.3. Montage manuel d'un volume de stockage

1.4. Configuration du système initiator

1.4.1. Sélection du paquet et lancement du service

1.4.2. Tests de fonctionnement du service

1.4.3. Réinitialisation de session iSCSI

1.4.4. Configuration système permanente

1.5. Configuration du système target

1.5.1. Installation de l'outil de paramétrage du rôle target

1.5.2. Configuration du rôle target

1.6. Configuration de l'authentification CHAP

1.7. Configuration d'une unité logique RAID1

1.7.1. Sélection du paquet et création de l'unité de stockage

- 1.7.2. Manipulations sur l'unité de stockage RAID1
 - 1.8. Configuration d'un volume logique de sauvegarde
 - 1.9. Manipulations sur machines virtuelles
 - 1.10. Évaluation des performances
 - 1.11. Documents de référence
 - 2. Introduction au système de fichiers réseau NFSv4
 - 2.1. Adressage IP des postes de travail
 - 2.2. Protocole NFS et topologie de travaux pratiques
 - 2.3. Configuration commune au client et au serveur NFS
 - 2.3.1. Gestion des appels RPC
 - 2.3.2. Gestion des paquets NFS
 - 2.4. Configuration du client NFS
 - 2.4.1. Opérations manuelles de (montage|démontage) NFS
 - 2.4.2. Opérations automatisées de (montage|démontage) NFS
 - 2.5. Configuration du serveur NFS
 - 2.6. Gestion des droits sur le système de fichiers NFS
 - 2.7. Système de fichiers NFS & sécurité
 - 2.8. Documents de référence
 - 3. Introduction aux annuaires LDAP avec OpenLDAP
 - 3.1. Adressage IP des postes de travail
 - 3.2. Principes d'un annuaire LDAP
 - 3.3. Configuration du serveur LDAP
 - 3.3.1. Installation du serveur LDAP
 - 3.3.2. Analyse de la configuration du service LDAP
 - 3.3.3. Réinitialisation de la base de l'annuaire LDAP
 - 3.3.4. Composition d'un nouvel annuaire LDAP
 - 3.4. Configuration de l'accès client au serveur LDAP
 - 3.4.1. Interrogation à distance de l'annuaire LDAP
 - 3.4.2. Configuration Name Service Switch
 - 3.5. Accès à l'annuaire LDAP depuis un service web
 - 3.5.1. Création d'un trombinoscope
 - 3.5.2. Gestion de l'annuaire avec phpLDAPadmin
 - 3.6. Documents de référence .
 - 4. Association LDAP, NFSv4 et autofs
 - 4.1. Adressage IP des postes de travail
 - 4.2. Mise en œuvre de l'annuaire LDAP .
- Manuel de Travaux Pratiques Administration Système en réseau
iiManuel de Travaux Pratiques Administration Système en réseau
- 4.3. Mise en œuvre de l'exportation NFS
 - 4.3.1. Service NFS
 - 4.3.2. Montage local sur le serveur
 - 4.3.3. Création automatique du répertoire utilisateur
 - 4.4. Configuration de l'automontage avec le service LDAP
 - 4.5. Accès aux ressources LDAP & NFS depuis le client

4.5.1. Configuration LDAP

4.5.2. Configuration NFS avec automontage

4.6. Documents de référence

5. Introduction au service DNS

5.1. Architecture type de travaux pratiques

5.2. Installation du service DNS cache-only

5.3. Requêtes DNS sur les différents types d'enregistrements (Resource Records)

5.4. Validation ou dépannage d'une configuration

5.5. Serveur primaire de la zone zone(i).lan-213.stri

5.6. Configuration du serveur secondaire de la zone zone(i).lan-213.stri

5.7. Délégation de la zone lab depuis le niveau lan-213.stri

5.7.1. Échange du niveau supérieur vers le niveau inférieur

5.7.2. Échange du niveau inférieur vers le niveau supérieur

5.8. Sécurisation de premier niveau

5.9. Documents de référence

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés , travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Genie informatique

9. Bibliographie

UE6 : Théorie avancée en Intelligence artificielle

GSID1214. Infographie

1. Prérequis:

2. Objectif: Ce cours a pour objet l'étude d'une représentation de l'information dans un format graphique conçu pour rendre les données facilement compréhensible.

3. Objectifs spécifiques: Savoir

- utiliser l'infographie pour communiquer rapidement un message, afin de simplifier la présentation de grandes quantités de données, à voir des modèles de données et des relations, et à suivre l'évolution de variables dans le temps.
- Utiliser l'infographie par tous les niveaux de gestion pour les vues de haut niveau des données. L'infographie incluent des graphiques à barres, histogrammes , des graphiques linéaires, des diagrammes d'arbres, [HYPERLINK "http://coursz.com/creer-un-diagramme-de-gantt.html"](http://coursz.com/creer-un-diagramme-de-gantt.html) \n _blankdiagrammes de Gantt, comme des composantes de l'intelligence d'affaires logiciel.
- Utiliser l'infographie pour aider les gens à comprendre les informations concernant la quantité de données dans l'entreprise.

4. Contenu:

1. Introduction A L'infographie
2. Notions Geometriques
3. Projections
4. Elimination Des Faces Cachées
5. Fenetrage

6. Estompage
7. Transformations sur les images
8. Segmentation d'images
9. Introduction aux opérateurs morphomathématique
10. Transformations géométriques 2D
11. introduction au traitement d'images avec OpenGL

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés +travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD in Computer Sciences and Application

9. Bibliographie

GSID1215. Interface Homme-Machine

1. Prérequis:

2. Objectif:Ce cours a pour but de montrer l'importance de la conception d'une interface graphique dans la réalisation d'un logiciel. L'accent est mis sur 3 étapes: la conception, l'architecture et l'évaluation d'une interface homme machine ainsi que la bonne réalisation d'une IHM (informaticiens, ergonomes et designers).

3. Objectifs spécifiques:

- Réaliser l'impact des facteurs humains sur l'interaction homme-machine;
- Comprendre les principes ergonomiques associés à la conception d'une interface ;
- Appliquer ces principes dans un contexte réel de conception d'interface ;
- Maîtriser le processus de développement d'une interface ;
- Concevoir, de prototyper et d'évaluer des interfaces multimédias ;
- Réaliser l'importance de la conception centrée sur l'utilisateur ;
- Travailler avec un outil de développement d'interface usager ;
- Comprendre l'importance du modèle MVC;

4. Contenu: Introduction aux Interfaces Homme-Machine, Notions de base sur les Sciences Cognitives, Recommandations ergonomiques, Guides de Style, Méthodes de conception et d'évaluation, Principes ergonomiques des interfaces Web.

5. Méthodologie d'enseignement: cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateurs.

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Génie Informatique

9. Bibliographie

GSID1216. Langages fonctionnels

1. Prérequis:

2. Objectif:

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser un certain nombre de méthodes et techniques de programmation fonctionnelle impérative, objet, macros.
- Écrire des applications, maintenables, réutilisables, lisibles, modulaires, générales, élégantes.

4. Contenu:

1. Programmation impérative

1.1 Variables et types

1.2 Codage des nombres

1.3 Expressions arithmétiques

1.4 Instructions

1.5 Sémantique élémentaire

1.6 Les tableaux

1.7 Sémantique des références

1.8 La séquence d'instructions

1.9 Conditionnelles

1.10 Itération - la boucle

1.11 Fonctions

1.12 Passage d'arguments aux fonctions

1.13 Variables locales, variables globales

1.14 Références, pointeurs, objets

1.15 Un peu de syntaxe

2. Récursivité, calculabilité et complexité

2.1 La récursivité dans les langages de programmation

2.2 Pile d'appel

2.3 Récurrence structurelle

2.4 Partage en mémoire et récursivité

2.5 Les fonctions récursives primitives

2.6 Fonctions récursives partielles

2.7 Pour aller plus loin

2.8 Quelques éléments en complexité

3 Sémantique dénotationnelle

3.1 Sémantique élémentaire

3.2 Problèmes de points fixes

3.3 Sémantique de la boucle while

3.4 Sémantique des fonctions récursives .

3.5 Continuité et calculabilité

4 Logique, modèles et preuve

4.1 Syntaxe

- 4.2 Sémantique
- 4.3 Décidabilité des formules logiques
- 4.4 Pour aller plus loin
- 4.5 Un peu de théorie de la démonstration .

- 5 Validation et preuve de programmes
 - 5.1 La validation, pour quoi faire ?
 - 5.2 Preuve à la Hoare
- 6 Typage, et programmation fonctionnelle
 - 6.1 PCF (non typé)
 - 6.2 Sémantique opérationnelle
 - 6.3 Ordres d'évaluation
 - 6.4 Appel par nom, appel par valeur et appel par nécessité
 - 6.5 Combinateurs de point fixe
- 7. Typage
 - 7.1 Théorie de la démonstration et typage
- 8 Programmation réactive synchrone
 - 8.1 Introduction
 - 8.2 Lustre
 - 8.3 Calcul d'horloges
 - 8.4 Pour aller plus loin
 - 8.5 Réseaux de Kahn et sémantique de Lustre

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés et travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD in Computer Sciences and application

9. Bibliographie

GSID1217. Résolution de problèmes en IA

1. Prérequis: Algèbre de Boole

2. Objectif: Le module Intelligence Artificielle et Simulation a pour objectif d'initier les étudiants aux techniques de base de l'intelligence artificielle et à approfondir celles liées à la simulation de comportements intelligents.

3. Objectifs spécifiques:

- réagir avec discernement à des situations nouvelles,
- tirer profit de circonstances fortuites,
- discerner le sens de messages ambigus ou contradictoires,
- juger de l'importance relative de différents éléments d'une situation,
- trouver des similitudes entre des situations malgré leurs différences,
- établir des distinctions entre des situations malgré leurs similitudes,
- synthétiser de nouveaux concepts malgré leurs différences,

- trouver de nouvelles idées,

4. Contenu:

Introduction

Problèmes

Définition d'un problème

Types de problèmes

Toys Problems

Résolution

le Problème de la résolution

Méthodes de résolution constructive

Graphe d'états

Evaluation de la recherche

Type de recherches

Méthodes de recherche aveugles

Recherche en largeur

Recherche en profondeur

Recherche en profondeur limitée

Recherche par approfondissement itératif

Exemple d'algorithmes

Méthodes de recherche heuristiques

notions d'heuristiques

Algorithme A*

Particularités et propriétés de la recherche par heuristique

Exemple de résolution par A*

Autres exemples avec A*

Recherche Aléatoire

Simulations

Les systèmes experts

Exemples pratique : Comment fait-on un programme qui « trouve une solution »

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD in Computer Sciences and Applications

9. Bibliographie

UE7 : Théorie web et applications

GSID1218. Visualisation des données

1. Prérequis: Statistiques descriptives, différentiels

2. Objectif: L'objectif de la visualisation d'information est d'offrir des représentations visuelles qui permettent aux utilisateurs de comprendre, de manipuler, de naviguer et d'analyser des données complexes. Le cours introduira les étudiants aux principes de la visualisation d'information et présentera les méthodes de visualisations adaptées aux types de données analysées : tableaux, données hiérarchiques, graphes, textes.

3. Objectifs spécifiques: Lorsque les étudiants auront terminé ce cours, vous serez en mesure de faire ce qui suit:

- Expliquer l'importance de la visualisation de données pour les activités globales de santé
- Comprendre comment identifier un message clé dans une base de données
- Apprendre à personnaliser des visualisations de données pour différents publics
- Explorer différentes stratégies pour attirer l'attention sur les données clés dans les visualisations à l'aide d'attributs tels que la couleur, l'intensité, la taille et l'orientation
- Apprendre à travailler avec une équipe d'experts de visualisation de données pour préparer des visualisations les plus avancées, tels que l'infographie, les sites web interactifs ou outils mobiles
- Se renseigner sur les ressources actuelles de visualisation de données, de logiciels et de bons exemples de visualisation de données dans les milieux de la santé et du développement

4. Contenu:

- Formation détaillée sur l'élaboration de graphiques
- Formation sur les logiciels de visualisation
- Formation sur les activités ou les approches de cartographie SIG
- Formation sur les mathématiques et les statistiques de base, bien que certaines ressources seront référencées
- Formation sur les protocoles relatifs à la qualité des données
- La qualité des données
- Utilisation des données pour les questionnaires de programme
- Enquêtes démographiques et sanitaires: utilisation des données (mise à jour) Fondamentaux du M & E
- Communication de la Santé pour les questionnaires
- Analyses univariées
- Variables numériques
- Histogramme
- Densité Boxplot et statistiques
- Conditionnement
- Variables nominales
- Analyses multivariées
- Diagramme de dispersion
- Matrice de corrélation
- Diagramme mosaïque
- Coordonnées parallèles
- Interaction

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés + travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD in Computer Sciences and Applications

9. Bibliographie

GSID1219. Web sémantique

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: L'objectif du cours est d'initier les étudiants au Web sémantique.

3. Objectifs spécifiques:

Faciliter l'interprétation, l'accès et l'intégration des informations web :

- rendre le "sens" de l'information dans et sur les ressources explicite → modélisation sémantique
- interroger et intégrer les ressources à travers leur modélisation sémantique
- exploiter au mieux des connaissances partagées existantes

Maîtriser :

- représentation formelle (logique)
- interfaces formelles (déclaratives)
- intelligence artificielle
- fouille de données
- bases de données

4. Contenu:

- modélisation sémantique
- interroger et intégrer les ressources à travers leur modélisation sémantique
- exploiter au mieux des connaissances partagées existantes
- représentation formelle (logique)
- interfaces formelles (déclaratives)
- intelligence artificielle
- fouille de données
- bases de données

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés+ travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Informatique et Applications

9. Bibliographie

UE8 : Théorie des connaissances

GSID1220. Ingénierie des connaissances

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: Ce cours vise à développer chez l'étudiante ou l'étudiant les aptitudes suivantes :

- conception et réalisation d'un système à base de connaissances
- identification et utilisation de techniques de représentation de connaissances
- identification et utilisation de techniques de raisonnement sur des connaissances
- vérification et validation d'un système à base de connaissances;

3. Objectifs spécifiques: À la fin de cette activité pédagogique, l'étudiante ou l'étudiant sera capable de :

- identifier et comparer les différentes technologies de la connaissance;
- identifier et comparer les types de connaissances;
- identifier et comparer les techniques d'apprentissage et de raisonnement/inférence sur les connaissances;

- représenter/modéliser des connaissances à l'aide de règles, réseaux sémantiques, réseaux bayésiens, frames, logique floue, réseaux de neurones;
- déterminer ce qui distingue les systèmes à base de connaissances des autres types de logiciels;
- utiliser UML (Unified Modeling Language) pour modéliser/spécifier un système à base de connaissances
- concevoir et réaliser un système à base de connaissances
- distinguer les domaines auxquels les systèmes à base de connaissances et les systèmes experts sont particulièrement adaptés de ceux où ils le sont moins ou pas du tout.

4. Contenu: Introduction à l'ingénierie des connaissances, Typologie des connaissances, Typologie des connaissances, Représentation/Modélisation des connaissances, Utilisation d'UML pour modéliser les connaissances, Apprentissage & Raisonnement sur les connaissances, Méthodologies & Outils d'ingénierie des connaissances, Vérification & Validation des systèmes à base de connaissances, Métriques pour la gestion des connaissances (Kmmetrics), Ingénierie ontologique, Systèmes d'Apprentissage à Base de Connaissances, Synthèse & Discussions : Gestion des connaissances dans les organisations.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés + travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Génie informatique et Applications

9. Bibliographie

GSID1221. Conduite et gestion de projet

1. Prérequis:

2. Objectif: Maîtriser et conduire le développement d'un projet informatique

3. Objectifs spécifiques:

- Utiliser des techniques d'industrialisation
- (cf. calculettes, micros)
- Concevoir chaque logiciel comme une brique d'un projet (=travailler en mode projet)
- Maîtriser Les aspects d'évaluation des coûts et métrologie fondamentaux (CMM, ISO, SPICE,...)
- S'imposer des processus formels de développement
- Maîtriser processus d'assurance qualité
- Maîtriser des points de contrôle (milestones)
- Maîtriser les méthode structurée, «phasée»
- Maîtriser des produits finis en fin de phase: inspection et validation
- Maîtriser après chaque phase du développement automatisé adaptable le processus formel et exhaustif de tests
- Maîtriser la technologie à jour (objets, Java, AGL,...)

4. Contenu:

Introduction à la culture projet

Cycle de vie du logiciel

Estimation de projet

Planification et suivi

Qualité du logiciel

Gestion des risques

Gestion de configuration et des changements

Rôle du chef de projet

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés+ travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard, Ordinateur

8. Profil de l'Enseignant: PhD en informatique et/ou Sciences des données

9. Bibliographie

GSID1222. Langages et environnement évolués

1. Prérequis: langage de programmation quatrième génération.

2. Objectif: maîtrise les techniques de programmation évolué pour la plus part des méta-langages plus spécialisées apparues avec la programmation, cinquième génération

3. Objectifs spécifiques:

- Usage d'environnements de développements (Eclipse, Netbeans) : apprentissage en TP
- Compréhension des pratiques logicielles en environnement ouvert
- Cas des sites web et services web : mécanismes
- sous-jacents et mise en oeuvre pratique
- Quelques frameworks
- Questions liées à la sécurité (typage, ...)

4. Contenu:

Raisonnement en présence d'informations incomplètes, incohérentes, de règles avec exceptions, Raisonnement par défaut: rappels, sémantique, analyse de complexité

Formalisation dans le cadre ASP (Programmation logique avancée : programmes disjonctifs, modèles stables, solveurs ASP)

Langages de représentation de préférences : (CP nets, préférences lexicographiques, GAI nets, CSP valués)

Application à l'interrogation de bases de données incomplètes

Une attention particulière sera portée à l'analyse de l'expressivité de ces langages et de la complexité des problèmes de décision et requêtes associés

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques ou à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

UE9 : Théorie de la Représentation des données

GSID1223. Représentation de connaissances

1. Prérequis: Notions de logique du 1er ordre

2. Objectif: Présenter et illustrer différentes techniques de représentation pour différents types de connaissances et différentes formes de raisonnement.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- La Représentation de connaissances en logique du 1^o ordre
- Le Traitement de requêtes par chaînage avant, chaînage arrière
- Les Problèmes de raisonnement : vérification de cohérence, raisonnement déductif, raisonnement abductif
- Le formalisme des logiques de description.

- La Représentation de connaissances dans un formalisme réseau

4. Contenu:

Représentation de connaissances en logique du 1^o ordre

Traitement de requêtes par chaînage avant, chaînage arrière

Problèmes de raisonnement : vérification de cohérence, raisonnement déductif, raisonnement abductif

Introduction au formalisme des logiques de description.

Représentation de connaissances dans un formalisme réseau (ex. graphes conceptuels)

Introduction au raisonnement en présence de connaissances incomplètes, incohérentes, incertaines

Comportements collectifs

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

GSID1224. Traitement numérique des données

1. Prérequis:

2. Objectif: Maîtriser de l'outil de traitement numérique des données

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- Les composants matériels des machines d'aujourd'hui .
- La définition de métriques de performances et les modèles mathématiques de performances d'applications distribuées.
- Les approches d'algorithmique distribuée et les outils les plus utilisés.
- Les principes algorithmiques et génériques de parallélisme, venant du calcul à haute performance et se les algorithmes simples de Machine Learning ou de Data Analytics.
- Un exemple d'architecture Big Data dans un environnement de Cloud .
- L'évolution des BdD vers les bases NoSQL est détaillé, ainsi que les différents types de BdD NoSQL (orientées paires clé-valeur, ou documents, ou colonnes. . .). Plusieurs technologies
- de BdD NoSQL sont étudiées, ainsi que l'apport du paradigme Map-Reduce pour l'exploitation de ces BdD. La solution MongoDB est approfondie sur une machine et sur un cluster de PC.
- Une présentation des principaux algorithmes de Machine Learning avec
- une étude des facilités et difficultés de parallélisation de ces algorithmes dans un but de performance.

4. Contenu:

Recommandation et aide à la décision : filtrage collaboratif ; algorithmique des CSP valués, GAI nets, champs de Markov

Décision interactive, preference based search et élicitation de préférences

Réseaux Bayésiens: représentation (rappels), algorithmes inférence et d'apprentissage ; complexité

Diagrammes d'influence et arbres de décision - algorithmique pour l'optimisation de l'utilité esperée ; introduction aux critères non bayesiens : l'utilité qualitative, a priori multiples, intégrales de Choquet ; complexité

Approches par compilation, algorithmes d'inférence dans les diagrammes de décision ; complexité

Ce cours s'appuie sur des bases que les étudiants devraient avoir abordées en M1, à savoir : (i) les bases de la théorie de la complexité, (ii) la programmation par contraintes et/ou la PNLE et/ou la logique propositionnelle

(iii) les bases de la reconnaissance des formes et de la théorie de l'apprentissage automatique.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Sciences des données

9. Bibliographie

Total semestre

TOTAL ANNUEL

8.2 Mastère II, Parcours Statistique et Informatique Décisionnelle

	UE1 : Outils de spécialités
--	------------------------------------

GSID2301. Analyse statistique des données

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec les méthodes usuelles de description de données multidimensionnelles. Le lien entre les diverses méthodes, illustrées chacune par des exemples, est assuré par un formalisme commun reposant sur l'algèbre linéaire et la géométrie euclidienne. La présentation des différents outils est illustrée par des exemples.

Maîtriser le calcul différentiel des fonctions de plusieurs variables.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- L'analyse en composantes principales des données
- L'analyse des correspondances sur tableaux de contingence
- L'analyse des correspondances multiples
- La classification automatique des données
- L'analyse discriminante des données

4. Contenu:

1. Analyse en composantes principales - L'ACP avec métrique quelconque, relations entre axes, facteurs et composantes principales. Cas particulier de la métrique $D1/s^2$. Utilisation pratique et règles d'interprétation. Individus et variables supplémentaires.

2. Analyse des correspondances sur tableaux de contingence - Analyse en composantes principales des nuages associés aux profils des lignes et des colonnes. Représentation simultanée. Règles d'interprétation : usage des contributions.

3. Analyse des correspondances multiples - Analyse du tableau disjonctif associé à une table de contingence. Extension à plus de deux variables et propriétés spécifiques. Application au dépouillement d'enquête.

4. Classification automatique - Indices de distances et dissimilarités. Méthodes directes de partitionnement : centres mobiles et nuées dynamiques, autres techniques (règle de la majorité). Méthodes hiérarchiques : algorithme de Ward pour les distances euclidiennes ; stratégies diverses pour les distances non euclidiennes. 5. Analyse discriminante - Recherche de fonctions linéaires discriminantes : méthode de Fisher et analyse factorielle discriminante ; règles géométriques d'affectation. Discrimination à but décisionnel : cadre bayésien, résultats particuliers dans le cas de distributions normales.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Statistiques et Applications

9. Bibliographie

GSID2302. Bases de données avancées

1.Pré-requis : Théorie de base de donnée, Ingénierie de base de données

2. Objectif global du cours

Le cours a pour objectif de présenter les notions avancées de bases de données, notamment les concepts de modèle relationnel et objet de bases de données en approfondissant les principes de conceptions de ce dernier en adéquation avec domaine d'application. Il vise en outre a approfondir principes et méthodes d'assurer l'intégrité de bases de données, connaitre et gérer les différentes vues d'une base de données, les principes de bases de données distribuées ou réparties ainsi que leurs moyens d'optimisation (ACID, Concurrency, verrouillage, Isolation, Cohérence) et de mis en œuvre. Il traite des notions-types d'optimisation de bases de données ainsi que des catégories d'instructions du langage SQL utilisées pour administrer des systèmes de gestion de base de données tel que les triggers, procédures stockées et les curseurs.

A l'issue du cours, l'étudiant est capable de :

- distinguer et comprendre différents modèles de bases de données
- maîtriser les techniques de modélisation et conception de bases de données hiérarchisées et/ou réparties
- connaitre et comprendre les bases théoriques et pratiques d'administration et de sécurisation de bases de données réparties; différents modèles de présentation de données et de connaissances;
- maîtriser la technologie CASE de modélisation des bases de données réparties;
- pouvoir gérer et administrer une base de données transactionnelle.
- disposer de connaissances étendues sur la structure, la conception, architecture et le fonctionnement des SGBD

3. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de ce cours sont :

- Développer des bases de données relationnelles et objets
- Formuler des requêtes imbriquées dans les bases de données
- Administrer une base de données à l'aide des SGBD professionnelles
- Importer et exporter des données vers et depuis différentes applications
- Créer et utiliser de procédures stockées, curseurs et vues dans la gestion d'une base de données Mener des études et analyses approfondies du domaine d'application et en proposer des modèles représentatifs du futur système automatisé d'information moyennant l'usage des outils
- Connaitre et utiliser les méthodes, moyens et outils de gestion et d'administration de

base de données répartie à base de logiciels de gestion (ERP)

- Adapter et optimiser les requêtes SQL sur des bases de données transactionnelles
- Ce cours joue le rôle de pré requis pour les cours de SQL Server 20xy et Oracle, Datamining et Programmation coté serveur. Le cours constitue un pré requis pour les cours de conception et développement de système d'information, Data mining, Entrepôt de données (DataWaterhouse) et Programmation coté serveur.

4. Contenu du cours :

Rappels sur les modèles de données et modèles de bases de données, Structure et architecture de bases de données relationnelles transactionnelles réparties, Requies d'instructions du langage SQL avancées, Création et gestion des transactions dans une base de données distribuées

Administration de bases de données réparties : Formalismes des indexes, curseurs, déclencheurs et procédures stockées

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit, Cours magistral : théorie illustrée des exemples et consolidée par des exercices, des devoirs à domicile. La méthodologie d'évaluation inclut la forme d'évaluation formative par des contrôles et des interrogations ainsi que de travaux en groupes cotés sur 40% et la forme sommative par un examen écrit à la fin du semestre à hauteur de 60%.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard+ Laboratoire informatique équipée des ordinateurs sur lesquels sont installés une des versions du système d'exploitation Windows et mis en réseau avec les logiciels et applications appropriés tels que Microsoft Office 20xy, Microsoft SQL Server 20xy, Oracle 9.x.y, MySQL

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique , Option Base de données et application

9. Bibliographie

GSID2303. Data mining & Business Intelligence

1.1. Prérequis : Statistique Descriptive, Inférence Statistique, Analyse des Données, Econométrie

2. Objectif : ce cours a pour objectifs d'aider l'étudiant à être opérationnel sur le terrain.

3. Objectifs spécifiques : permet aux étudiants d'améliorer l'efficacité en matière de prise de décision (Business Intelligence), leur gestion de la relation client (CRM) et leur maîtrise du risque (scoring), mais aussi d'analyser les comportements des consommateurs, prédire l'attrition, détecter des comportements frauduleux etc.

4. Contenu : Ce cours constitue une introduction aux méthodes, outils et applications du Data Mining. Les étudiants vont apprendre les aspects méthodologiques (l'évaluation et la comparaison des modèles, l'intégration dans le marketing de bases de données, le calcul du retour sur investissement, les interfaces informatiques et les contraintes juridiques dès que l'on traite des données à caractère personnel) ; les outils du Data Mining dont certains appartiennent à l'analyse de données et à la statistique classique alors que d'autres sont plus spécifiques au Data Mining comme les arbres de décision et les réseaux de neurones. Les étudiants feront également des études de cas sur SAS Enterprise Miner de manière à ce qu'ils puissent être opérationnels sur le terrain.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique, Option Intelligence artificielle

9. Bibliographie : repenser en partie les approches classiques d'apprentissage.

GSID2304. Data Warehouse

1. Prérequis: Modèle conceptuel de données, Bases de données relationnelles, SQL, algorithmique et programmation

2. Objectif: Concevoir un système décisionnel à base d'entrepôts et magasins de données.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- La théorie du marché du décisionnel/Outils.
- La Problématique des Entrepôts de données et Magasins de données.
- La Modélisation multidimensionnelle.
- La Modélisation logique R-OLAP et la modélisation physique.
- La Conception d'une solution décisionnelle

4. Contenu:

Marché du décisionnel/Outils.

Problématique des Entrepôts de données.

Entrepôts de données et Magasins de données.

Modélisation multidimensionnelle.

Modélisation logique R-OLAP.

Modélisation physique.

Conception d'une solution décisionnelle

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD Informatique et/ou Sciences des données

9. Bibliographie

UE 2 : Outils de décision

GSID2305. Aide à la décision

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: maîtrise des outils d'aides à la décision.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- La représentation de l'incertitude
- La théorie de la décision sous incertitude
- La théorie des jeux Décision Collective, décision concertée, partage équitable

4. Contenu:

Représentation de l'incertitude : modèles qualitatifs, théorie des possibilités, modèles probabilistes bayésiens et non bayésiens, fonctions de croyance,

-Fusion de données

Conditionnement et mise à jour

Théorie de la décision sous incertitude : au-delà de l'utilité espérée : décision sous ignorance, utilité espérée, muti-prior, utilité qualitative, utilité dépendant du rang, intégrales de Choquet ; Justification axiomatiques : Von Neuman & Morgenstein, Savage

Théorie des jeux (décision contre un adversaire)

Décision Collective, décision concertée, partage équitable

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Mathématiques ou à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. **Bibliographie**

GSID2306. Apprentissage connexionniste

1. **Prérequis:**

2. **Objectif:** Maîtriser tous les aspects méthodologiques de l'apprentissage connexionniste.

3. **Objectifs spécifiques:**

Imitation du cerveau

- Absence de localisation de l'information
- Fonctionnement massivement parallèle
- Créer artificiellement une signification
- Auto organisation
- Émergence de configurations globales issues de
- connexions entre éléments simples
- Système non déterministe

4. **Contenu:** Introduction, Le perceptron, Le perceptron multi-couches (PMC), Apprentissage dans les PMC, Aspects calculatoires, Aspects méthodologiques de l'apprentissage, Applications, Développements et perspectives, Les réseaux de neurones artificiels, Le modèle neurophysiologique, Les modèles mathématiques, Apprentissage, Carte auto-organisatrice, Un réseau à architecture évolutive, Apprentissage par pénalité / récompense (renforcement), Réseaux multicouches, Connexionnisme et applications, Développement d'une application en RCM.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral et travaux dirigés

6. **Méthodologie d'évaluation:** Un examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Mathématiques ou à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. **Bibliographie**

GSID2307. Apprentissage statistique

1. **Prérequis :**

2. **Objectif général :** Ce cours a pour objectif de présenter les bases de l'apprentissage statistique en se focalisant essentiellement sur deux problématiques de l'apprentissage supervisé : classification binaire et régression. Les algorithmes d'apprentissage les plus couramment utilisés seront présentés et leurs propriétés statistiques seront discutées.

3. **Objectifs spécifiques :** Les objectifs de ce cours sont

- Introduire, sous une forme homogène et synthétique, les techniques de modélisation
- statistique et issues de la théorie de l'apprentissage utilisées le plus couramment en fouille de données dans des champs d'applications très divers : industriels, marketing, ou encore en relation avec des thématiques de recherche en Biologie, Épidémiologie...
- La recherche d'informations pertinentes (de pépites d'information) pour l'aide à la décision et la prévision.
- explorer ou vérifier, représenter, décrire, les variables, leurs liaisons et positionner les observations de l'échantillon
- expliquer ou tester l'influence d'une variable ou facteur dans un modèle supposé connu a priori,
- prévoir & sélectionner un meilleur ensemble de prédicteurs comme par exemple dans la recherche

de bio-marqueurs,

- prévoir par une éventuelle meilleure "boîte noire" sans besoin d'interprétation explicite
4. **Contenu :** Statistique, data mining et apprentissage statistique, Apprentissage statistique supervisé, Algorithmes de moyennage local, Algorithmes de minimisation du risque empirique, Méthodes à noyaux : SVM, SVR, Méthodes d'agrégation : Bagging et forêts aléatoires.
 5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

GSID2308. Apprentissage symbolique

1. **Prérequis:** Algorithme

2. **Objectif:** Maîtriser les méthodes d'apprentissage automatique et symbolique

3. **Objectifs spécifiques:**

- Maîtriser les techniques fondamentales et représentatives de l'apprentissage symbolique
- L'apprenant apprend par lui-même à classer à décider d'une action
- Engendrer des hypothèses plus ou moins simples pour classifier, expliquer, décider.

4. **Contenu:**

Formalisation du problème :

1. Différences apprentissage/fouille de données/big data
2. Méthodes d'évaluation : minimisation du risque empirique, vraisemblance du modèle, compression des données
3. Le cadre standard : PAC-apprenabilité de Valiant, la dimension de Vapnik-Chervonenkis
4. Validation d'algorithme d'apprentissage : Validation croisée et les courbes ROC.

Apprentissage symbolique : espace des versions, arbres de décision, extraction de règles d'association.

Apprentissage par renforcement

Classifieurs linéaires (recherche d'hyperplans séparateurs, SVM)

Ensembles de classifieurs, random forest

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral et travaux dirigés

6. **Méthodologie d'évaluation:** Un examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Informatique et Applications

9. **Bibliographie**

UE 3: Théorie des données

GSID2309 : Fouille de données visuelles

1. **Prérequis:** Méthodes de classification

2. **Objectif:** Extraire à partir de tout support d'information (image, vidéo), les caractéristiques de contenu et de forme

3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser

- L'extraction de connaissances à partir de données (KDD) : Cycle de découverte d'information regroupant la conception des grandes bases de données ou les entrepôts
- de données (data warehouses).

- L'ensemble de traitements à effectuer pour extraire de l'information des données.
- L'analyse et la fouille de données est un des traitements.
- L'ensemble des techniques d'exploration de données permettant d'extraire des connaissances sous la forme de modèles de description afin de : Décrire le comportement actuel des données et/ou Prédire le comportement futur des données.

4. Contenu:

Objectifs, enjeux et applications, Extraction d'information de type image et vidéo : Présentation de l'image numérique, Quantification, Extraction de paramètres liés à la couleur, Evaluation : Méthodologie et métriques, Campagnes d'évaluation.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral et travaux dirigés

6. **Méthodologie d'évaluation:** Un examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en Traitement d'Image et du Signal

9. Bibliographie

GSID2310 : Fouille de données vocales

1. **Prérequis:** Méthodes de classification

2. **Objectif:** Extraire à partir de tout support d'information, les caractéristiques de contenu et de forme

3. Objectifs spécifiques :

- Offrir un panorama des différentes applications allant de la fouille de données dans un grand corpus de tweets jusqu'à l'exploration d'une base de données d'images ou de signaux.
- Faire découvrir comment appliquer les principes et les principaux algorithmes en RI à des données vocales.

4. Contenu:

Objectifs, enjeux et applications, Extraction d'information de type audio : Présentation du signal sonore, Numérisation, Extraction de paramètres temporels et fréquentiels, Evaluation : Méthodologie et métriques, Campagnes d'évaluation, Définition de la fouille de données, Processus du data mining, Quel type de données fouiller, Les tâches de la fouille de données, Recherche des modèles fréquents, corrélations et associations, Concepts de base, Base de données formelle, Connexion de Galois, Support d'un motif, Motif fréquent .

Méthodes efficaces pour la recherche des modèles fréquents, Optimisations, Types de motifs fréquents, Motif fréquent fermé , Motif fréquent maximal, Passage aux règles d'association, Analyse des corrélation, Calcul de la corrélation, Motifs rares, Recherche des motifs rares, Apriori-Rare , Motifs fréquents séquentiels, Définitions et propriétés, Algorithme GSP, Concepts de base, Evaluation du modèle, Combinaison de modèles ,Bagging, Boosting, K plus proche voisins, Fonctionnement, Classification par analyse des règles d'association, Arbres de décision, Choix de la variable de segmentation : Choix de la bonne taille de l'arbre, Algorithmes de construction d'arbres de décision, Machines à vecteur support , SVMs binaires, Utilisation des noyaux, Architecture générale d'une machine à vecteur support, SVMs multiclasse, Une-contre-reste, Une-contre-une, SVM monoclasse (Novelty detection), Implémentation des SVMs, Réseaux de neurones, Classification bayésienne, Régression, Régression linéaire simple, Régression linéaire multiple, SVM pour la régression (SVR) ,

Utilisation des noyaux, Clustering, Mesures de similarités, Attributs numériques, Attributs catégoriels, Clustering hiérarchique, Clustering partitionnel, Clustering incrémental , Clustering basé densité, Support vector clustering.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral et travaux dirigés

6. **Méthodologie d'évaluation:** Un examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Traitement d'image et du signal

9. Bibliographie

UE 4 : Calcul des séries

GSID2411. Séries chronologiques

1. Prérequis: Analyse mathématique

2. Objectif: Ce cours du cursus intégré a pour objectif de rappeler, dans un enseignement de quelques dizaines d'heures, les diverses méthodes introduites dans des cours antérieurs de statistique mathématique, d'économétrie théorique ou appliquée et d'autres cours plus thématiques enseignés dans vos institutions d'origine, et qui se rapportent explicitement au traitement et à la modélisation des séries temporelles. Analyse déterministe des séries chronologiques et de leur prédiction (régression linéaire, lissage exponentiel) Modèles classiques de séries chronologiques stationnaires (ARMA, GARCH, ...) et présentation des techniques de prédiction

Il vise bien entendu à compléter dans la mesure du possible ces enseignements antérieurs pour permettre d'aborder dans les meilleures conditions possibles les enseignements du présent master

3. Objectifs spécifiques:

- Connaître les différents types de lissage et savoir étudier les différentes composantes d'une série chronologique
- Être capable de bien comprendre toute la théorie sur les processus stationnaires;
- Connaître tous les modèles classiques de Box et Jenkins et leurs propriétés;
- Comprendre les méthodes d'estimation des différents paramètres, les différents tests et les techniques de prévision;
- Être en mesure de savoir coller un modèle adéquat à partir de n'importe quelle série chronologique, et de le prouver sur le travail qui sera demandé

4. Contenu:

Modélisation et traitement des séries temporelles - Partie 1 : Les séries temporelles. Stationnarité. Autocorrélation, autocorrélation partielle, inverse. Processus des innovations, théorème de Wold. Densité spectrale. Estimation. Equations de Yule-Walker - Partie 2 : Processus ARMA, ARIMA. Estimation d'un processus ARIMA (p,d,q) : tests de racine unité, estimation de p et q, estimation par l'EMV. Test du Porte-Manteau. Prévision optimale dans un ARMA(p,q). - Partie 3 : Les modèles dynamiques : approches traditionnelles (retards échelonnés, modèles autorégressifs). Processus multivariés, modèles VAR. Définition de la cointégration.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Econométrie appliquée

9. Bibliographie

GSID2412. Calculs de processus

1. Prérequis:

2. Objectif: Ce cours vise à sensibiliser les étudiants aux méthodes de simulation en présentant les principes et en les adossant sur une programmation en R des méthodes de Monte Carlo et de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC). Les illustrations sont principalement fondées sur des exemples bayésiens mais les principes dépassent ce cadre pour traiter les modèles complexes envisagés dans les disciplines utilisatrices de la statistique, comme l'économétrie, la finance, la génétique, l'écologie ou l'épidémiologie.

3. Objectifs spécifiques: À la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

- de faire des calculs de probabilité et d'espérance par conditionnement,
- de distinguer les principaux types de processus aléatoires et de reconnaître les situations où ils s'appliquent,
- d'analyser des chaînes de Markov à espaces d'états discrets, aussi bien en temps discret qu'en temps continu,
- d'utiliser les modèles élémentaires de marches aléatoires, de processus de Poisson, de processus de ramification, de processus de naissance et de mort et de file d'attente,
- d'utiliser le mouvement brownien pour approximer une marche aléatoire ou pour modéliser certains phénomènes aléatoires simples.

4. Contenu:

Simulation de lois de probabilité Contrôle de convergence Intégration par la méthode de Monte Carlo Optimisation stochastique Méthodes de Monte Carlo par chaînes de Markov Echantillonneur de Gibbs Contrôle de convergence pour les algorithmes MCMC

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Mathématiques ou à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

UE 5 : Bio-Informatique et théorie des réseaux

GSID2413 : Bio-Informatique

1. Prérequis:

2. Objectif: Les technologies modernes de séquençage de génome ou de puces à ADN sont en train de révolutionner la biologie et la recherche biomédicale. En fournissant d'immenses quantités de données sur les propriétés moléculaires des organismes vivants, elles ouvrent la voie à l'analyse quantitative de systèmes biologiques. La génomique repose ainsi, de plus en plus, sur l'utilisation de méthodes statistiques pour extraire de l'information pertinente de ces données, en particulier pour inférer automatiquement des modèles prédictifs sur les systèmes biologiques. L'objectif de ce cours est de présenter quelques méthodes d'apprentissage statistique à travers plusieurs applications en analyse de données génomiques.

3. Objectifs spécifiques:

- Introduire l'étudiant au domaine de la "biologie computationnelle", qui consiste à formaliser un problème biologique, et à développer les outils algorithmiques et mathématiques permettant de le résoudre.
- À l'issue de ce cours, l'étudiant sera familiarisé avec les problématiques bio-informatiques liées à l'analyse et au traitement des séquences biologiques, ainsi qu'avec les méthodes algorithmiques les plus utilisées pour les résoudre.
- Initier l'étudiant à la recherche en bioinformatique.

4. Contenu:

Après une présentation générale de la théorie de l'apprentissage statistique, notamment de la classification supervisée, nous explorerons différentes approches ' modernes ' pour l'inférence linéaire et non-linéaire en grande dimension et la sélection de variables, notamment les méthodes à noyaux, en particulier les machines à vecteur de support (SVM), les méthodes parcimonieuses par pénalisation, notamment le Lasso, et les méthodes d'agrégation, en particulier les forêts aléatoires. Ces méthodes seront illustrées sur deux problèmes importants en génomique : la classification supervisée de données génomiques pour le diagnostic et le pronostic en oncologie, d'une part, et la reconstruction de réseaux de régulation génétique, Introduction au cours, au code génétique et à

la Bio-Informatique, Méthodes de Pattern Matching pour la recherche de séquences biologiques, Méthodes de programmation dynamique, Alignement de deux séquences, Alignement multiple, Prédiction de structures d'ARN, Heuristiques, Algorithme BLAST, Algorithmes avec points d'ancrage (PatternHunter), Arbres des suffixes pour la recherche de séquences biologiques, Phylogénie.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Intelligence Artificielle

9. Bibliographie

GSID2414. Réseaux sociaux

1. Prérequis: Analyse des données, statistiques bayésienne

2. Objectif: L'objectif de ce cours est de présenter des développements récents de méthodes statistiques qui complètent et étendent les méthodes d'analyse des données vues en première année. Les méthodes d'analyse factorielle et de clustering sont des méthodes descriptives très utilisées en pratique dans l'industrie et les services. Cependant, elles ne permettent pas de faire d'inférence statistique, c'est pourquoi on assiste à un développement de méthodes fondées sur des modèles statistiques. Ce cours présente des extensions des méthodes d'analyse des données usuelles, les modèles pour l'analyse des données fonctionnelles et les modèles de mélange qui permettent de réaliser des classifications non supervisées. De nombreux exemples (analyse sensorielle, données de pollution, réseaux sociaux) illustrent les méthodes présentées.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

- Le traitement de données pour l'analyse sensorielle
- L'analyse de données fonctionnelles
- Les modèles de mélange

4. Contenu:

1. Traitement de données pour l'analyse sensorielle (6h) a. Analyse des tableaux à 3 dimensions b. Analyse Procrustéenne Généralisée c. Modèles de cartographies des préférences

2. Analyse de données fonctionnelles (6h) a. Représentation, décomposition, lissage et analyse en composantes principales de données fonctionnelles. b. Modèles linéaires fonctionnels : ANOVA, régression fonctionnelle. c. Classification et discrimination de courbes.

3. Modèles de mélange (8h) a. Mélange de lois gaussiennes, algorithme EM b. Choix du nombre de groupes c. Classification non supervisée des sommets d'un graphe. Méthodes variationnelles. Application à l'analyse des réseaux sociaux

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral et travaux dirigés

6. Méthodologie d'évaluation: Un examen écrit.

7. Matériel d'enseignements: Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant: PhD en Informatique et Applications

9. Bibliographie

UE6 : Stage de Recherche et mémoire

GSID2415 Stage Entreprise / Laboratoire

GSID2416 Mémoire

Total semestre

TOTAL ANNUEL

II.3. Parcours BIO- Statistique

1. Description

La BIO-statistique est l'étude de la collecte de données, leur analyse, leur traitement, l'interprétation des résultats et leur présentation dans le domaine des sciences de santé et environnementales et autre afin de rendre les données compréhensibles par tous. C'est à la fois une science, une méthode et un ensemble de techniques.

La bio-statistique est donc un domaine des mathématiques, de plus en plus, elle fait partie de ce que l'on appelle aujourd'hui la science des données en anglais : *Data Science*. Elle possède une composante théorique ainsi qu'une composante appliquée. La composante théorique s'appuie sur la théorie des probabilités et forme avec cette dernière, les sciences de l'aléatoire. La statistique appliquée est utilisée dans presque tous les domaines de l'activité humaine : ingénierie, management, économie, biologie, informatique, actuariat, etc. La statistique utilise des règles et des méthodes sur la collecte des données, pour que celles-ci puissent être correctement interprétées, souvent comme composante d'une aide à la décision.

2. Objectifs du programme

2.1.Objectif global

L'objectif poursuivi dans ce programme est de permettre aux lauréats de maîtriser les techniques de modélisation statistique du vivant jusqu'aux problématiques les plus théoriques de la statistique dans le secteur bio-ingénierie et médical.

2.2. Objectifs spécifiques

2.2.1.Objectifs académiques

Le programme de Bio-statistique vise à :

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales et approfondies en Bio-statistique;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes statistiques, tant sur le plan de la cueillette des données que sur le plan de l'analyse statistique;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel.

2.2.2 Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences bio-statistiques à jour pour les industries pharmaceutique et autres, les hôpitaux, et les entreprises en rapport avec les sciences de la santé et environnementales;

- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la bio-statistique aux services publics et privés;
- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine du système statistique national.

2.2.3. Objectifs de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectifs de:

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche scientifique en Bio-statistique ; Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de la statistique ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme de Bio-statistique de l'ISTA, les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des logiciels statistiques dans l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation Bio-statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à la Bio-statistique et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques et des sciences naturelles pertinentes à la statistique ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de la statistique sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans le développement de logiciels statistiques.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en Bio-statistique.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes statistiques nationales
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en statistique appliquée.
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels statistiques
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données
- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données
- Faire une étude des regroupements de données
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données
- Elaborer des hypothèses de recherche imprévue initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée
- Tester des hypothèses statistiques
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiances ou des estimateurs ponctuels.

c. Compétences interpersonnelles

Le diplômé doit être capable de:

- *Travailler efficacement dans une équipe;*
- *Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;*
- *Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en Statistique appliquée*

3.3. Attitudes

Le diplômé devrait être capable de:

- Démontrer l'équité

- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations.
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA du programme.

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle , parcours Bio-Statistique.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche- développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master en Bio-statistique est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Ce programme conduit au titre de Master des Sciences. Les candidats doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin.

7. Maquette

7.1 MASTER I Parcours Bio statistique

UE et cours	code	VHP	CM	TD	TP	TPE	TGE	Crédits
Semestre 1								
UE 1 :Méthode épidémiologique		120						8
Concepts et méthodes en épidémiologie	BSTA1101	45	30	15				3
Epidémiologie appliquée	BSTA1102	45	35	10				3

Statistique des Essais cliniques	BSTA1103	30	20	10				2
UE 2 :Analyse des données et statistique computationnelle		75						5
Analyse des données qualitatives	BSTA1104	30	20	10				2
Statistique computationnelle	BSTA1105	45	30		15			3
UE3 : Travaux pratiques		120						8
Essai stage I Préparation	BSTA1106	45						3
Essai stage I I Analyse	BSTA1107	45	30		15			3
Essai stage I I I : Rédaction et présentation	BSTA1108	30	20		10			2
UE4 : Outils statistiques avancés		135						9
Statistique avancée	BSTA1109	45	30	5	10			3
Théorie et application des méthodes de régression	BSTA1110	45						3
Analyse des données de survie et de durée	BSTA1111	45	30	15				3
Total semestre 1		450						30
Semestre 2								
UE5 : Activités de recherche			120					8
Modélisation Statistique en écologie	BSTA1212		45	30	15			3
Statistique appliquée à l'environnement	BSTA1213		30	20	15			2
Méthodologie de la Recherche en bio-statistique	BSTA1214		45	30	15			3
UE6 : Méthode statistique			120					8
Statistique bayésienne	BSTA1215		30	15				3
Planification des expériences	BSTA1216		25	5	15			2
Statistique non paramétrique	BSTA1217		20	10				3
UE7 : Calcul statistique			135					9
Statistique computationnelle	BSTA1218		45	30	15			3

Logiciel SPAD	BSTA1219	30	20	10			2
Logiciel SPSS	BSTA1220	30	20	10			2
Méthode d'analyse des données	BSTA1221	30	20	10			2
Total semestre 2		280	100	70			30 25 crédit
Total annuel							60

7.2 Master II Parcours Bio Statistique

UE et cours	code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE 1 : Méthode statistique		90					6
Analyse multi-dimensionnelle	BSTA2301	45	30	15			3
Statistique génétique	BSTA2302	45	30	15			3
UE2 Pratique statistique							6
Théorie et pratiques de Sondage	BSTA2303	45	30	15			3
Séminaire de Statistique Moderne	BSTA2304	45	30	15			3
UE2 : Statistique mathématiques		90					6
Modèles d'équations structurelles	BSTA2305	45	30				3
Séries chronologiques	BSTA2306	45	30		15		3
UE3 : Activités de recherche		135					9
Sujets spéciaux	BSTA2307	45	30		15	75	3
Critique d'articles	BSTA2308	45	30				3
Stage de consultation statistique	BSTA2309	45	30	15			3
Total semestre 3		450					27 crédits
Semestre 4							
UE4 : Stage et mémoires							30
Stage de terrain	BSTA2410	225					15
Rapport Mémoire	BSTA2411	225					15
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

8. Descriptifs des cours du Mastère En Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours en Bio-Statistique

8.1 Mastère I Parcours en Bio-Statistique

UE 1 :Méthode épidémiologique

BSTA1101. Concepts et méthodes en épidémiologie 3 CRÉDITS

1. Prérequis

2. **Objectif global:** Ce cours a pour objet l'initiation complète à l'épidémiologie et permet d'acquérir les connaissances indispensables à la compréhension des études épidémiologiques et les habiletés nécessaires à la réalisation d'analyses simples de données épidémiologiques

3. Objectif spécifiques:

Maîtriser les notions d'épidémiologie

Maîtriser les variables statistiques et le type de population

Maîtriser la modélisation, stratégie d'analyse, lecture critique d'articles en épidémiologie

Maîtriser le dépistage

4.Contenu :

Cette initiation complète à l'épidémiologie permet d'acquérir les connaissances indispensables à la compréhension des études épidémiologiques et les habiletés nécessaires à la réalisation d'analyses simples de données épidémiologiques. Les thèmes suivants sont étudiés en profondeur : types de populations, mesures de fréquence, types d'études, mesures d'association, mesures d'exposition, validité des mesures, biais de sélection, d'information et de confusion, causalité, mesures d'effet, précision des mesures, intervalles de confiance, interactions, modification des mesures d'effet, introduction à la modélisation, stratégie d'analyse, lecture critique d'articles en épidémiologie, rédaction d'un rapport, dépistage.

5. **Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.

6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en bio-statistique

9. Bibliographie

BSTA1102. Épidémiologie appliquée

1. Prérequis : Concepts et méthodes en épidémiologie 3 CRÉDITS

2. **Objectif global :** Etude des Concepts et méthodes en épidémiologie, la perspective épidémiologique de l'analyse de la relation dose-réponse et de l'interaction est présentée.

3. Objectif spécifiques :

Maîtriser les Concepts et méthodes en épidémiologie

Maîtriser les notions de surveillance, d'études écologiques, de statistiques vitales, dépistage, épidémiologie clinique et épidémiologie des maladies infectieuses

4. **Contenu :** Ce cours fait suite au cours des Concepts et méthodes en épidémiologie. Il est basé sur les concepts et méthodes en épidémiologie. La perspective épidémiologique de l'analyse de la relation dose-réponse et de l'interaction est présentée. Les thèmes suivants sont aussi étudiés : surveillance, études écologiques, statistiques vitales, dépistage, épidémiologie clinique et épidémiologie des maladies infectieuses.

5.**Méthodologie:** Cours magistral & Exercices.

6. **Méthode d'évaluation :** Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements:** Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant:** PhD en bio-statistique

9. Bibliographie

BSTA1103. Statistique des Essais cliniques

1. **Prérequis** : Epidémiologie appliquée et les concepts et méthodes d'épidémiologie.
2. **Objectif global** : **Maîtriser la méthodologie des essais cliniques et d'interventions.**
3. **Objectif spécifiques** :
 - Maîtriser les concepts statistiques, devis d'étude, interaction, surveillance et analyses intérimaires, gestion des données et contrôle de la qualité, analyses statistiques, événements intermédiaires, facteurs pronostiques.
 - Réaliser un projet sur les essais cliniques et interventions

4. Contenu :

Ce cours porte sur la méthodologie des essais cliniques et d'interventions. Dans la première partie du cours, les questions suivantes sont étudiées en détail : concepts statistiques, devis d'étude, interaction, surveillance et analyses intérimaires, gestion des données et contrôle de la qualité, analyses statistiques, événements intermédiaires, facteurs pronostiques. Dans la deuxième partie du cours, l'étudiant fait un exposé sur un aspect particulier des essais cliniques et d'interventions.

5. **Méthodologie**: Cours magistral & Exercices.

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant**: PhD en bio-statistique, Médecine ou santé publique,

9. **Bibliographie**

UE 2 :Analyse des données et statistique computationnell

BSTA1104. Analyse des données qualitatives

1. **Prérequis** :

2. **Objectif** :

3. **Objectifs spécifiques** : Confronter les étudiants aux principales stratégies de collecte et d'analyse des données de type qualitatif utilisées dans plusieurs domaines (Sciences de l'éducation, Sciences de gestion, Sciences biomédicales, etc). La confrontation à des travaux de recherche antérieurs et l'analyse de ces données au regard d'une problématique posée au préalable permettront par ailleurs une lecture plus critique des études s'appuyant sur un matériau qualitatif.

4. **Contenu** : Le cours vise à :

- Traduire les acquis d'apprentissage en comportements observables consistant à analyser adéquatement les données qualitatives, à interpréter les résultats, et à tirer des conclusions pertinentes en vue de prendre une décision.
- Imputer les indicatrices (traitement de données qualitatives)
- Construire des tables de contingence (distribution de fréquences, représentations graphiques, croisement de plusieurs variables qualitatives)
- Construire des intervalles de confiance pour les proportions

- Faire des tests d'hypothèses (test d'indépendance entre deux variables qualitatives, test du chi-deux d'ajustement, test du cji-deux d'homogénéité, test du chi-deux de Spearman, test de Mac Nemar, test Kappa de Cohen, test exact de Fisher,...)
- Faire une analyse multidimensionnelle (analyse factorielle des correspondances simples et multiples, projections des modalités)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie

BSTA1105. Statistique computationnelle : 3 Crédits

- 1. Prérequis :** Une bonne connaissance de la statistique mathématique et, plus particulièrement, de la théorie de l'estimation. Une familiarité avec l'utilisation des ordinateurs est un atout important. Il n'est pas nécessaire de connaître la programmation mais cela est un autre atout important.
- 2. Objectif général:** Initier à quelques méthodes statistiques faisant appel à l'ordinateur de façon intensive.
- 3. Objectifs spécifiques:** Après avoir suivi ce cours, l'étudiant(e) devra savoir:
 - estimer la variance, le biais et autres caractéristiques de la loi d'une statistique à l'aide du jackknife et du bootstrap;
 - construire un intervalle de confiance au moyen de quelques techniques fondées sur le bootstrap;
 - estimer une densité de façon non paramétrique, tant avec l'histogramme, que le polygone de fréquence et la méthode du noyau;
 - estimer une fonction de régression de façon non paramétrique, tant par la méthode de régression polynomiale locale que par des fonctions splines;
 - choisir un paramètre de lissage pour l'estimation non paramétrique d'une densité ou d'une fonction de régression;
 - utiliser des méthodes de simulations pour générer des données ou calculer numériquement des intégrales;appliquer l'algorithme EM à des problèmes complexes de maximisation d'une fonction de vraisemblance;
 - maîtriser le progiciel statistique R dans ses applications suivantes:
 - la manipulation des principaux types de données;
 - la création de fonctions et de graphiques;
 - la simulation de variables aléatoires;
 - les quatre types de méthodes vues en classe : le rééchantillonnage, le lissage, l'optimisation et la simulation de données.
- 4. Contenu :** Thèmes choisis parmi les suivants : analyse exploratoire de données; rééchantillonnage (« jackknife », « bootstrap »); lissage (estimation de densité), régression non paramétrique, « splines »; optimisation (problèmes de maximisation), algorithme espérance maximisation (EM); méthodes de Monte Carlo (introduction, intégration, optimisation).
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

UE3 : Travaux pratique

BSTA1106. Essai stage I Préparation

1. **Prérequis** :

2. **Objectif général** : se familiariser avec la problématique qui sera examinée et avec les objectifs de l'étude

3. **Objectifs spécifiques** : discuter des types précis d'analyses statistiques requises

4. **Contenu** : Dans cette première de trois parties, l'étudiant se familiarise avec la problématique qui sera examinée et avec les objectifs de l'étude. L'étudiant et le chercheur en santé commencent également à discuter des types précis d'analyses statistiques requises.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Travail personnel et discussion.

6. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.

7. **Matériel d'enseignements** : Matériel Standard

8. **Profil de l'Enseignant** : PhD en Génie Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications.

BSTA1107. Essai stage I I Analyse

1. **Prérequis** Essai stage I préparation

2. **Objectif général** : analyser les données et interpréter les résultats obtenus

3. **Objectifs spécifique** :

Utiliser les logiciels statistiques la collecte et vérification de données, analyses statistiques et validation des modèles ,

Maîtriser l'interprétation des résultat.

4. **Contenu**

Dans cette deuxième de trois parties, l'étudiant doit analyser les données et interpréter les résultats obtenus. Cette étape peut impliquer une ou plusieurs des tâches suivantes : collecte et vérification de données, analyses statistiques et validation des modèles à l'aide de logiciels statistiques, interprétation des résultats en fonction de la problématique en santé examinée.

5. Méthodologie d'enseignement: Travail personnel et discussion.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Génie Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications.

BSTA1108. Essai stage I I I : Rédaction et présentation

1. Prérequis : Essai stage I I Analyse

2. Objectif général : Maîtriser la rédaction et la présentation de l'essai

3. Objectifs spécifique :

Maîtriser la description de la problématique étudiée et des données recueillies,

Maîtriser une synthèse des analyses effectuées ainsi que la présentation et l'interprétation des résultats et des conclusions obtenus.

4. Contenu : Cette dernière de trois parties est dédiée à la rédaction et à la présentation de l'essai. Cela inclut une description de la problématique étudiée et des données recueillies, une synthèse des analyses effectuées ainsi que la présentation et l'interprétation des résultats et des conclusions obtenus.

5. Méthodologie d'enseignement: Travail personnel et discussion.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Génie Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications.

UE4 : Outils statistiques avancés

BSTA1109 : Statistique mathématique avancée

1. Prérequis : Analyse statistique des risques actuariels. Statistique mathématique

2. Objectif général: À la fin du cours, l'étudiant(e) devra être en mesure de bien connaître le calcul des probabilités et la statistique mathématique afin de pouvoir poursuivre encore ses études ou de les utiliser dans un cadre professionnel.

3. Objectifs spécifiques:

Dominer les notions de probabilité nécessaires à la statistique mathématique.

Être capable de faire des transformations de variables aléatoires et de calculer des lois dans le cas discret et continu.

Dominer les notions de convergences stochastiques, les lois des grands nombres et le théorème central limite.

Bien connaître les modèles, en particulier les modèles exponentiels.

Dominer les notions d'exhaustivité, de complétion, de liberté, en vue d'améliorer les estimateurs.

Bien connaître les inégalités d'information et la méthode du maximum de vraisemblance.

Avoir de bonnes notions d'estimation bayésienne, d'estimation minimax, d'estimateurs admissibles.

Savoir utiliser les tests, que ce soit dans le cas d'hypothèses simples comme dans le cas d'hypothèses multiples.

4. Contenu: Variables aléatoires. Lois et méthodes de calcul multidimensionnel. Notions de convergence et théorèmes limites. Théorie de

l'estimation ponctuelle et par région de confiance : approches classique, bayésienne et par la vraisemblance. Théorie des tests :

approche de Neyman et Pearson, test du rapport des vraisemblances, tests d'adéquation.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

BSTA1110 : Théorie et applications des méthodes de régression

1. Prérequis : Il n'y a pas de prérequis pour ce cours. Cependant, l'étudiant doit s'assurer de posséder assez rapidement une bonne maîtrise des notions de base en algèbre linéaire, en probabilité et en inférence statistique.

2. Objectif général: À la fin du cours, l'étudiant doit être en mesure de bien comprendre les modèles de régression, d'en connaître les propriétés et d'utiliser de façon appropriée ces modèles dans le cadre d'analyses de données.

3. Objectifs spécifiques:

- Être capable de bien interpréter la valeur des paramètres des différents modèles de régression vus en classe en termes du problème d'analyse de données considéré.
- Connaître les méthodes d'estimation, d'inférence et de prévision propres à chaque modèle de régression ainsi que leurs propriétés.
- Être en mesure de choisir le bon type de modèle de régression pour une analyse donnée.
- Comprendre les méthodes de sélection de modèle et être en mesure de les appliquer lors d'analyses de données.
- Être capable de valider un modèle à l'aide des méthodes appropriées.
- Être en mesure d'identifier les données aberrantes et/ou influentes présentes dans un jeu de données.

- Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des jeux de données, tant à la main qu'à l'aide d'un ordinateur.

4. Contenu :

Rappel de la régression linéaire simple. Régression linéaire multiple : interprétation du modèle, inférence, théorème de Gauss-Markov, étapes d'une analyse de régression. Modèles de régression mixtes : interprétation, effets aléatoires, inférence et validation. Modèles linéaires généralisés : modèles, inférence et validation. Méthodes d'analyse de données longitudinales.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

BSTA1111 : Analyse des données de survie et de durée

1. Prérequis

2. **Objectif général:** A la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles de durée de vie et de les utiliser pour analyser des données censurées ou tronquées.

3. Objectifs spécifiques:

- Connaître les fonctions utilisées en modélisation de la durée de vie ainsi que leurs propriétés.
- Comprendre et reconnaître les différents types de censure et de troncation.
- Être capable de déduire la fonction de vraisemblance d'échantillons censurés et/ou tronqués, en notation conventionnelle ou en utilisant les processus de dénombrement, et d'utiliser la théorie de la vraisemblance pour obtenir des inférences sur la durée de vie.
- Connaître les méthodes d'inférence non-paramétriques pour les fonctions de survie et de risque, leurs propriétés et être capable de les appliquer à des données sur la durée de vie
- Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle semi-paramétrique de régression des risques proportionnels (modèle de Cox).
- Être capable de construire, estimer, valider et interpréter un modèle log-linéaire paramétrique de régression.
- Être en mesure de tester des hypothèses ou de faire des prévisions sur la durée de vie à partir des modèles de régression de Cox ou de vie accélérée.
- Être capable d'appliquer les concepts théoriques à des données sur la durée de vie, tant à la main qu'à partir des logiciels SAS et R.

4. **Contenu :** Révision des lois usuelles en durée de vie, censure et troncation, processus de dénombrement et martingales, estimateurs non paramétriques : Nelson-Aalen et Kaplan-Meier, tests d'hypothèse à un, deux ou k échantillons, régression et modèle des risques

proportionnels de Cox, fonctions de vraisemblance marginale et partielle, modèles de durée de vie accélérée log-linéaires : estimation et tests d'adéquation.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. Bibliographie

UE5 : Activités de recherche

BSTA1212 : Modélisation statistique en écologie

1. Prérequis : Cours d'épidémiologie

2. **Objectif général:** L'objectif de ce cours est d'aider les étudiants à se familiariser avec les méthodes statistiques utilisées dans la modélisation des données écologiques.

3. Objectifs spécifiques:

4. Contenu :

- Régression linéaire appliquée aux données écologiques
- Modèles additifs et modèles multiplicatifs (modèles GAM, GLS, GLM, GLMM, colinéarité, inférence, validation croisée)
- Mesures correctrices (hétérogénéité, indépendance, normalité,
- Modèles linéaires hiérarchiques à effets aléatoires (intercept aléatoire, estimation ML, REML, sélection de variables, inférence, prédiction, interaction, ...)
- Modélisation des données de type présence/absence, des données zero-inflated (ZI), régression de Poisson, modèle binomial, modèle binomial négatif, modèle ZINB, modèle ZIP, modèle quasi-Poisson, surdispersion, ...)

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

BSTA1213 : Statistique appliquée à l'environnement

1. Prérequis : Cours d'épidémiologie

2. **Objectif général:** Acquérir et appliquer les notions de base en statistique nécessaires à l'analyse des données environnementales. Pouvoir décider quelle méthode statistique est la plus pertinente pour l'analyse de données selon différents types d'objectifs.

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser l'analyse descriptive des données, l'élaboration et interprétation de sondage d'opinion.
- Maîtriser les lois de probabilité, analyse multicritères, tests d'hypothèses, corrélation, régression, comparaison de moyennes et l'analyse de variance.

4. **Contenu** : Analyse descriptive des données. Élaboration et interprétation de sondage d'opinion. Paramètres d'une distribution. Lois de probabilité, analyse multicritères, tests d'hypothèses, corrélation, régression, comparaison de moyennes, analyse de variance.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique et application.
9. **Bibliographie**

BSTA1214 : Méthodologie de la Recherche en bio-statistique

1. **Prérequis** :
2. **Objectif** : Former les étudiants à la lecture critique et statistique des
3. articles médicaux, Biologiques et sanitaires
4. **Objectifs spécifiques** :
 - organiser le recueil, traiter, décrire et interpréter les données
 - traiter les problèmes où intervient la variabilité dans le domaine du vivant, et de la médecine en particulier
 - Décrire et interpréter rationnellement
 - Un langage universel avec des définitions Utiles, Simples et lisibles par tous
 - Des outils d'aide à la décision
 - Contrôler le risque d'erreur dans l'interprétation
 - Les données méritent-elles une interprétation
 - Différences non dues aux fluctuations d'échantillonnage
 - Argumenter la relation causale*
5. **Contenu** : Des statistiques pour les médecins et les biologistes , Validation d'un test diagnostique, Essai thérapeutique, Principe d'un test statistique, Analyses de survie, Interprétation d'une étude en recherche clinique.
6. **Méthodologie**: Cours magistral & Exercices.
7. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit.
8. **Matériel d'enseignements**: Matériel Standard
9. **Profil de l'Enseignant**: PhD en statistique
10. **Bibliographie**

UE7 : Méthode statistique

BSTA1215: : Statistique bayésienne

1. **Prérequis** : Aucun prérequis n'est demandé pour ce cours. Cependant, l'étudiant devra s'assurer de posséder très rapidement une excellente maîtrise des notions de base en probabilité et en statistique mathématique.
2. **Objectif général**: L'objectif de ce cours est de proposer une étude, à la

- fois calculatoire, pratique et numérique des principaux modèles bayésiens. Pour atteindre cet objectif, on aborde les modèles
 - paramétriques de bases : observations binomiales, normales ou multinomiales et modèle linéaire en considérant des lois a priori
 - conjuguées et des lois a priori non-informatives. On présente également les techniques du calcul bayésien d'un point de vue
 - théorique et surtout pratique à travers des modèles plus sophistiqués (méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC) et
 - applications aux modèles de base.
- 3. Objectifs spécifiques:** former l'étudiant pour:
- Bien comprendre la philosophie de la statistique bayésienne;
 - Connaître les différentes méthodes de spécification de la loi a priori et être capable de les utiliser convenablement;
 - Être capable d'obtenir de façon analytique les lois a posteriori et prédictives lorsque cela est possible et de s'en servir pour faire des inférences;
 - Être en mesure de valider les différentes hypothèses faites par le modèle, d'évaluer son ajustement aux données et de mesurer la sensibilité des conclusions au choix de la loi a priori;
 - Bien comprendre les méthodes numériques de calcul des lois a posteriori basées sur les techniques MCMC et être capable de les appliquer avec rigueur;
 - Être capable d'appliquer la théorie et les méthodes bayésienne à des analyses de modèles, tant de façon analytique qu'à l'aide de logiciels.
- 4. Contenu :** Introduction à la philosophie d'estimation bayésienne : loi a priori, vraisemblance, loi a posteriori. Particularité des lois a priori. Inférence : estimation ponctuelle, intervalle de crédibilité. Famille exponentielle et lois a priori conjuguées. Modèles hiérarchiques. Méthodes de calcul des lois a posteriori : échantillonneur de Gibbs et autres algorithmes de simulation. Application à des problèmes précis, tels que le traitement de données manquantes et les modèles linéaires et non linéaires de régression mixtes. Apprentissage d'un logiciel approprié tel Winbugs.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

BSTA1216 : Planification des expériences (2 crédits)

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général:** Le cours Planification des expériences vise à familiariser les étudiants avec les bases théoriques et les aspects pratiques de la planification des expériences et à les rendre apte à identifier le plan le plus adéquat à une expérience scientifique et à analyser les données qui en découlent en utilisant le logiciel SAS.
- 3. Objectifs spécifiques:** À la fin du cours, l'étudiant devra être capable de :
 - expliquer le rôle de la randomisation, du blocage et de la répétition dans un plan d'expérience;
 - proposer un plan d'expérience convenant à une situation donnée et justifier ce choix;

- analyser les données conformément au plan d'expérience ayant mené à leur collecte;
 - comprendre les concepts énoncés dans la section Contenu du cours;
 - utiliser le logiciel SAS pour conduire des analyses statistiques liées à ces concepts, en particulier les procédures GLM et MIXED.
4. **Contenu** : Structure d'une expérience statistique : notions d'erreur expérimentale, de randomisation, de blocage et de répétition. Liens avec les modèles de régression; analyse de la covariance. Schémas factoriels non équilibrés. Plans hiérarchisés. Plans à blocs incomplets. Surfaces de réponse. Utilisation de SAS.
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

BSTA1217: Statistique non paramétrique

1. **Prérequis** : Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n
2. **Objectif général**: À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable:
 - de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué;
 - d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons
 - indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets;
 - d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs;
 - de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.
3. **Objectifs spécifiques**: L'étudiant devra savoir :
 - Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student;
 - estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.
 - Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance a un facteur; étude du cas des tableaux de
 - fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar
 - Tests de tendance et tests d'indépendance
 - Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.

- Introduction au bootstrap
- Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.

4. Contenu : Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation. Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation. Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs. Introduction au « bootstrap ».

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE7 : Calcul statistique

BSTA1218 Statistique computationnelle

- 1. Prérequis :** Une bonne connaissance de la statistique mathématique et, plus particulièrement, de la théorie de l'estimation. Une familiarité avec l'utilisation des ordinateurs est un atout important. Il n'est pas nécessaire de connaître la programmation mais cela est un autre atout important.
- 2. Objectif général:** Initier à quelques méthodes statistiques faisant appel à l'ordinateur de façon intensive.
- 3. Objectifs spécifiques:** Après avoir suivi ce cours, l'étudiant(e) devra savoir:
 - estimer la variance, le biais et autres caractéristiques de la loi d'une statistique à l'aide du jackknife et du bootstrap;
 - construire un intervalle de confiance au moyen de quelques techniques fondées sur le bootstrap;
 - estimer une densité de façon non paramétrique, tant avec l'histogramme, que le polygone de fréquence et la méthode du noyau;
 - estimer une fonction de régression de façon non paramétrique, tant par la méthode de régression polynomiale locale que par des fonctions splines;
 - choisir un paramètre de lissage pour l'estimation non paramétrique d'une densité ou d'une fonction de régression;
 - utiliser des méthodes de simulations pour générer des données ou calculer numériquement des intégrales; appliquer l'algorithme EM à des problèmes complexes de maximisation d'une fonction de vraisemblance;
 - maîtriser le progiciel statistique R dans ses applications suivantes:
 - la manipulation des principaux types de données;
 - la création de fonctions et de graphiques;
 - la simulation de variables aléatoires;
 - les quatre types de méthodes vues en classe : le rééchantillonnage, le lissage, l'optimisation et la simulation de données.
- 4. Contenu :** Thèmes choisis parmi les suivants : analyse exploratoire de données; rééchantillonnage (« jackknife », « bootstrap »); lissage (estimation de densité), régression non paramétrique, « splines »; optimisation (problèmes de maximisation), algorithme

espérance maximisation (EM); méthodes de Monte Carlo (introduction, intégration, optimisation).

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

BSTA 1219 Logiciel SPAD

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Maîtriser la théorie des Arbres de décision interactifs (IDT) avec le logiciel SPAD.
3. **Objectifs spécifiques:**
 - mettre en œuvre des Arbres de Décision Interactifs (IDT –Interactive Decision Tree) de SPAD 7.0 sur un jeu de données constitué d'un classeur Excel décomposé en 3 feuilles :
 - construire un arbre de décision à partir des données d'apprentissage ;
 - appliquer le modèle sur les données de la seconde feuille ;
 - vérifier la qualité de la prédiction en la confrontant à la vraie valeur de la variable cible située dans la troisième feuille du classeur.
4. **Contenu :**
 - PANORAMA GENERAL DE SPAD
 - LES DIAGRAMMES SPAD
 - Importation de données
 - Exportation de données
 - Data Management
 - Méthodes statistiques – Data Mining
 - Archivage et industrialisation des modèles
 -
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

BSTA1220 Logiciels CPro SPSS

1. **Pré requis :** Logiciels bureautique, statistiques descriptives,
2. **Objectif :** Ce cours initie l'étudiant aux logiciels CPro et SPSS, de sorte qu'il puisse réaliser des analyses exploratoires de jeux de données.
3. **Objectifs spécifiques :**

4. Contenu : CPro : L'étudiant y apprend à concevoir un masque de saisie des données des enquêtes, que ce soit avec des tablettes, des ordinateurs, etc. il apprend à éditer des codes de contrôle de cohérence des données à la saisie, après la saisie ainsi que des redressement nécessaires. SPSS : L'étudiant y apprend à concevoir et à exécuter des programmes SPSS permettant de saisir, de lire, d'importer et de manipuler des données, de calculer des statistiques descriptives unidimensionnelles et multidimensionnelles, de produire des graphiques, de simuler des variables aléatoires et d'inclure adéquatement des sorties statistiques dans un rapport.

5. Méthodologie d'enseignement : Cours magistral, travaux dirigés et travaux pratique sur ordinateur.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant : PhD en statistique et applications

9. Bibliographie

BSTA1221 :Méthode d'analyse des données

1. Prérequis :

2. Objectif global : L'analyse statistique multivariée consiste à analyser et comprendre des données de grande dimension.

3. Objectifs spécifiques :

- Rappels et compléments d'algèbre linéaire Décompositions de matrices
- Maîtriser et Analyse en Composantes Principales
- Maîtriser et Analyse Canonique des Corrélations
- Maîtriser et Analyse des Correspondances
- Maîtriser et Analyse des Correspondances Multiples
- Maîtriser et Analyse Discriminante
- Maîtriser et Classification, segmentation

4. Contenu :

Rappels et compléments d'algèbre linéaire

Décompositions de matrices

Les projecteurs .

Sous espaces supplémentaires et projecteurs .

Matrices carrées diagonalisables

Décomposition en valeurs singulières

Les projecteurs M-orthogonaux.

Analyse en Composantes Principales

ACP par projection : approche géométrique

Représentations graphiques et aide à l'interprétation.

Les individus

Les variables

Propriétés asymptotiques des estimateurs de composantes principales ACP par minimisation de l'erreur .

Changement de métrique dans l'espace des individus et poids sur les individus .

Analyse Canonique des Corrélations

Interprétation géométrique de l'analyse canonique

Analyse canonique ordinaire

Analyse canonique généralisée .

Représentations graphiques .

Représentation des variables

Représentation des individus

Interprétation probabiliste de l'analyse canonique

Rappel : analyse en composante principale .

4.5.2 Modèle probabiliste pour l'analyse canonique .

Analyse des Correspondances

Introduction

Modèle d'indépendance

Test du chi 2

AFC et indépendance .

Analyse factorielle des correspondances

Nuages de points .

l'AFC proprement dite

Représentation graphique Biplot

Représentation barycentrique

Interprétation des résultats de l'AFC

Valeurs propres

Contribution des modalités

Interprétation en terme de reconstruction des effectifs

6 Analyse des Correspondances Multiples

Tableau disjonctif complet

Tableau de Burt

Tableau des χ^2

Analyse Factorielle des Correspondances Multiples

AFC du tableau disjonctif complet relatif à 2 variables .

AFC du tableau disjonctif complet

AFC du tableau de Burt

Interprétation .

Représentation des individus .

Représentation des variables .

Représentation simultanée

Individus et variables supplémentaires

Les variables continues

Analyse Discriminante

Analyse discriminante décisionnelle

Règle de décision
 Risque de Bayes
 Cas de variables aléatoires gaussiennes
 Cas de variables dépendantes quelconques
 Analyse factorielle discriminante
 Variances interclasse et intraclasse
 Axes et variables discriminantes
 Une ACP particulière
 Sélection de modèle et MANOVA
 Validation de modèle
 Classification, segmentation
 Distances et similarités
 Similarité entre des objets à structure binaire .
 Distance entre des objets à variables nominales.
 Distance entre des objets à variables continues.
 Classification hiérarchique ascendante
 Méthode des centres mobiles
 Généralisations
 Modèles de mélange
 Combinaison de différentes méthodes de classification

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en
 Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

8.2 Mastère II Parcours en Bio-Statistique

UE 1 : Méthode statistique

BSTA2301. Analyse multidimensionnelle

1. Prérequis :

2. Objectif :A la fin du cours, les étudiants pourront choisir le test statistique ou le modèle adapté à la question traitée, en comprenant le fondement théorique de la méthode. Les étudiants sauront aussi choisir la méthode d'analyse des données multidimensionnelles adaptée à leur tableau de données et permettant de traiter les questions posées. Ils sauront en interpréter les résultats tant numériques que graphiques.

3. Objectifs spécifiques :

- Maîtriser l'analyse en composantes principales
- Maîtriser l'analyse des correspondances multiples
- Maîtriser l'analyse des correspondances simples
- Maîtriser les méthodes de classification

4. Contenu :

- Analyse en composantes principales
- Analyse des correspondances multiples

- Analyse des correspondances simples
- **Les méthodes de classification** ACP, analyse factorielle exploratoire, analyse factorielle confirmatoire, AFC et ACM
- Classification par moyennes mobiles (k-means) et CAH
- Régression linéaire, régression linéaire pas à pas,
- analyse de
- médiation
- Régression logistique
- Analyse discriminante décisionnelle, analyse factorielle discriminante
- Aperçus sur régression PLS et analyse de segmentation
- Loi normale multidimensionnelle et loi de Wishart. Inférence pour un ou deux échantillons multivariés, test de Hotelling et principe d'union et d'intersection de Roy. Modèles linéaires multivariés, test du rapport des vraisemblances, comparaisons multiples.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

Sondages : modèles et techniques

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général:** Initier les étudiants à des méthodes d'analyse statistique pour les données récoltées dans un plan d'échantillonnage complexe, semblable à celles disponibles dans des centres de données de recherche . Modifier une analyse statistique pour tenir compte que les données ont été récoltées avec un plan de sondage complexe.
- 3. Objectifs spécifiques:**

À la fin du cours, l'étudiant devra être capable de :

1. calibrer les poids d'une enquête à partir de données administratives
 2. utiliser l'échantillonnage à deux phases pour traiter nonréponse;
 3. appliquer les méthodes de linéarisation, du bootstrap et du jackknife pour estimer les variances de statistiques non linéaires;
 4. utiliser des équations d'estimation pour estimer les paramètres d'un modèle statistique à partir de données d'enquête;
 5. analyser des tableaux de fréquences construits à l'aide d'unités recueillies dans un plan d'échantillonnage complexe;
 6. ajuster des modèles de régression et de régression logistique à des données recueillies à l'aide d'un plan complexe;
 7. comprendre la construction et l'utilisation des poids bootstrap pour estimer les variances dans des plans complexes;
 8. comprendre la documentation des enquêtes répertoriées dans Equinox, un portail réalisé pour favoriser l'accès aux données de recherche.
- 4. Contenu :** plan de sondage complexe, Estimation de la variance de statistiques non linéaires dans des plans complexes, Ajustement de modèles statistiques à des échantillons récoltés à

l'aide d'un plan de sondage complexe en utilisant une pseudovraisemblance, Analyse de tableaux de fréquences construits à partir de données récoltées dans des plans complexes, Modèle de régression pour des données recueillies avec un plan complexe.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

BSTA2303 : Théories et pratiques de sondages

BSTA2304 : Séminaire de statistique moderne (2 crédits)

10. Prérequis :

11. **Objectif général:** Initier les étudiants à des méthodes d'analyse statistique pour les données récoltées dans un plan d'échantillonnage complexe, semblable à celles disponibles dans des centres de données de recherche. Modifier une analyse statistique pour tenir compte que les données ont été récoltées avec un plan de sondage complexe.
12. **Objectifs spécifiques:**
13. **Contenu :** Série d'ateliers traitant de thèmes contemporains en méthodologie statistique.
14. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
15. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
16. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
17. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
18. **Bibliographie**

BSTA2302 : Statistique génétique(thèmes choisis)

1. **Prérequis :** Introduction à la bio-informatique, Génétique, Probabilité et Statistiques
2. **Objectif général:** Maîtriser les concepts approfondies de statistique génétique
3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser les études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission; traits quantitatifs; données de puce à ADN.
4. **Contenu :** Brève introduction aux concepts génétiques. Une sélection de sujets parmi les suivants : épidémiologie génétique, concepts et introduction; études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission (test TDT); traits quantitatifs; données de puce à ADN (*microarray*).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 : Statistique mathématiques

BSTA2305 : Modèles d'équations structurelles (32crédits)

1. Prérequis : Avoir suivi avec succès un premier cours de méthodes statistiques et, si possible, être familier avec quelques méthodes de statistique multidimensionnelle et connaître un logiciel pour faire des analyses statistiques. Pour assister à ce cours, il faut nécessairement y être inscrit et détenir un diplôme de 1er cycle universitaire.

2. Objectif général: L'objectif est d'illustrer l'utilisation de modèles d'équations structurelles.

3. Objectifs spécifiques:

- Revoir les méthodes statistiques standards pour un ou deux échantillons et à des modèles de régression.
- Être familier avec la nature, les concepts fondamentaux et la terminologie des MES
- Être capable d'utiliser adéquatement un logiciel pour ajuster ces modèles
- Être en mesure de critiquer les applications des MES que l'on retrouve dans la littérature scientifique.

4. Contenu : Rappels sur la régression linéaire et l'analyse classique des cheminements. Analyse factorielle confirmatoire. Exploration de l'analyse générale des équations structurelles avec variables latentes et erreurs de mesure. Familiarisation avec un des trois logiciels suivants : LISREL, EQS ou CALIS (procédure de SAS).

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

BSTA2306: Séries Chronologiques

1. Prérequis : les techniques statistiques de base et les méthodes de programmation.

2. Objectif : Cette matière permettra à l'étudiant de modéliser tous les phénomènes qui dépendent du temps. Cela peut aller des modèles économiques et financiers aux phénomènes climatiques ainsi que l'étude des données biologiques et médicales.

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser la Décomposition d'une série chronologique, tendance, saisonnalité, innovations, lissages, processus stationnaires, moyennes mobiles, processus autorégressifs, autocorrélations, bruit blanc, densité spectrale, prévisions optimales, modélisation SARIMA

4. Contenu : Décomposition d'une série chronologique, tendance, saisonnalité, innovations, lissages, processus stationnaires, moyennes mobiles, processus autorégressifs, autocorrélations, bruit blanc, densité spectrale, prévisions optimales, modélisation SARIMA.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral & Travail personnel.

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard

8. Profil de l'Enseignant :

9. Bibliographie

UE3 : Activités de recherche

BSTA2307 : Sujets spéciaux

Le sujet traité varie d'une session à l'autre et est annoncé durant la période d'inscription

BSTA2308 : Critique d'articles

BSTA2309 : **Stage de consultation statistique**

semestre 4

UE4: Stage et mémoires

BSTA2410 : **Stage de terrain**

ECUE2411: Rapport Mémoire

II.4. Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.

1. Description

L'économétrie théorique se focalise essentiellement sur deux questions, l'identification et l'estimation statistique.

L'économétrie appliquée utilise les méthodes économétriques pour comprendre des domaines de l'économie comme l'analyse du marché du travail, l'économie de l'éducation ou encore tester la pertinence empirique des modèles de croissance.

L'économétrie appliquée utilise aussi bien des données issues d'un protocole expérimental, que ce soit une expérience de laboratoire ou une expérience de terrain, que des données issues directement de l'observation du réel sans manipulation du chercheur. Lorsque l'économètre utilise des données issues directement de l'observation du réel, il est fréquent d'identifier des expériences naturelles pour retrouver une situation quasi-expérimentale.

2. Objectifs du programme

2.1 Objectif global.

L'objectif de ce programme est d'apprendre aux lauréats la maîtrise des outils statistiques afin d'estimer et de tester les modèles économiques.

2.2. Objectifs Spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Le programme d'Économétrie et Statistique Appliquée vise à :

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales et approfondies en Économétrie et Statistique Appliquée;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes économétriques et statistiques, tant sur le plan de la cueillette des données que sur le plan de l'analyse économétrique et statistique;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel.

2.2.2. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences en Économétrie et Statistique Appliquée à jour pour les industries pharmaceutique et autres, les hôpitaux, et les entreprises;
- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à l'Économétrie et Statistique Appliquée aux services publics et privés;
- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine du système économique et statistique national.

2.2.3. Objectif de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectif de :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche scientifique en Économétrie et Statistique Appliquée;
Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de l'Économétrie et Statistique Appliquée ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme d'Économétrie et Statistique Appliquée de l'ISTA, les RAA peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des logiciels statistiques dans l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie en Économétrie et Statistique Appliquée ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à l'Économétrie et Statistique Appliquée et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques et des sciences naturelles pertinentes à l'Économétrie et Statistique Appliquée ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de la statistique sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans le développement de logiciels statistiques.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en Économétrie et Statistique Appliquée.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels économétriques et statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes économiques et statistiques nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en statistique appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels statistiques ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;
- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données ;
- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Élaborer des hypothèses de recherche imprévue initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée
- Tester des hypothèses statistiques ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiance ou des estimateurs ponctuels.

c. Compétences interpersonnelles

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en économétrie et Statistique appliquée

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Statistique Appliquée et Informatique Decisionnelle , parcours Économétrie et Statistique Appliquée voie professionnelle et Recherche.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche-developpement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master en Économétrie et Statistique Appliquée est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalents, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Ce programme conduit au titre de Master des Sciences. Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin.

7. Maquette

7.1. Mastère I Parcours Économétrie et Statistique Appliquée

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 1							
UE1 : Méthodes quantitatives		120					9
Statistique mathématique	ESTA1101	45	30	15			3
Assurance et technique actuarielles 1	ESTA1102	45	35	10			3
Finance quantitative	ESTA1103	45	30	15			3
UE2 : Analyse des données		90					6
Analyse des données qualitatives: ACM	ESTA1104	45	30	15			3
Série Temporelles 1 : analyse uni-varié	ESTA1105	45	30	15			3
UE3 : Logiciels statistiques		135					9
Logiciels SAS et Stata, etc	ESTA1106	60	30		15		4
Apprentissage Statistique et Classification	ESTA1107	30	20		10		2
Langage de Programmation R	ESTA1108	45	30	5	10		3
UE4 : Théorie des fluctuations		90					6
Théorie de gestion de portefeuille	ESTA1109	45	30	15			3
Fluctuations conjoncturelles	ESTA1110	45	30		15		3
Total semestre 1		450	305	95	50		30
Semestre 2							
UE5 : Statistical Business		135					9
Anglais Technique avancée	ESTA1212	45	30	15			3
Statistical Business analytics : Regression and Modeling	ESTA1211	45	30	15			3
Econométrie des variables qualitatives	ESTA1213	45	30	15			3
UE6 : Méthode statistique		90					6
Série temporelle 2 : Analyse multivarié	ESTA1214	45	30	15			3
Langage Macro sous SAS	ESTA1215	45	25	5	15		3
UE7 : Méthode des Simulations		90					6
Bootstrap et simulations	ESTA1216	45	45	10			3
Séminaire sur les méthodes statistiques et simulations	ESTA1217	30	30	10			3

UE8 : mathématiques	Statistiques		135					9
Optimisation dynamique			45	30	15			3
Modèles structurelles	d'équations	ESTA1218	45	30	15			3
Statistique génétique (thèmes choisis)		ESTA1220	45	30	15			3
Total semestre			450	280	100	70		30
Total annuel			900					60

7.2. Mastère II Parcours Économétrie et Statistique Appliquée : Voie professionnelle

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 1							
UE1 : Econométrie et Méthodes de prévisions		135					9
Panel data econometrics	ESTAP23 01	45	30	15			3
Méthodes des moments [GMM]	ESTAP23 02	45	30	15			3
Econometrie semi et non paramétrique (mettre dans le contenu statistique et non paramétrique)	ESTAP23 04	45	30	15			3
UE2 Big data analytics		90					6
Fouille des données	ESTAP23 05	45					3
Methodes de Prévision	ESTAP23 06	45	30	5	10		3
UE3 : Méthodes d'analyse		90					6
Méthodes de Scoring	ESTAP23 07	45	30	15			3
Data mining	ESTAP23 08	45	30		15		3
UE4 : Théorie bancaire		135					9
Modèle de durée	ESTAP23 09	45	30	15			3
Réglementation prudentielle bancaire	ESTAP23 10	45	30	15			3
Cours de partenariat SAS IML SAS/QR,SAS EG, Journées Risques et Fraudes ???????	ESTAP23 11	45	30	15			3
UE 5: Assurance et techniques actuarielles		105					7
Marketing quantitatif	ESTAP23 12	30	20	10			2
Advanced financial EconometricS	ESTAP23 13	45	45	10			2
UE6 : Logiciels statistiques		90					6
Gestion des bases de données sous SAS et sous Stata, etc	ESTAP23 14	30					2
Mise en œuvre de Proc SQL sous SAS, etc	ESTAP23 15	30					2

Assurances et techniques actuarielles 2	ESTAP23 16	30					2
Total semestre 3							43 crédits
Semestre 4							
Stage	ESTAP24 17	150					
Rapport de stage	ESTAP24 18	300					
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

7.3. Master II Parcours en Économétrie et Statistique Appliquée : Voie recherche

UE et cours	code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédit
Semestre 3							
UE1 : Econométrie et Méthodes de prévisions		135					9
Panel data econometrics	ESTAR2301	30	30	15			2
Méthodes des moments [GMM]	ESTAR2302	30	35	10			2
Econometrie semi et non paramétrique (mettre dans le contenu la statistique non paramétrique)	ESTAR2304	45	30	15			3
Méthodes de Prévision	ESTAR2305	30	30	5	10		2
UE2 : Méthodes d'analyse		135					9
Fouille des données	ESTAR2306	45					3
Méthodes de Scoring	ESTAR2307	45	30	15			3
Data mining	ESTAR2308	45	30	15	10		3
UE3 : Techniques bancaires		90					6
Modèle de durée	ESTAR2309	45	30	15			3
Finance de marché	ESTAR2310	45	30	15			3
UE4 : Méthodes économétriques		105					6
Micro-économétrie avancée	ESTAR2314	45	45	30			3
Macro-econométrie avancée	ESTAR2312	45	45	30	15		3
Total Semestre 3		450					30
Semestre4							
UE5 : Théorie économique		135					9
Economie du travail et de l'emploi	ESTAR2413	45					3
Economie Industrielle et d'entreprise	ESTAR2414	45					3
Finance internationale	ESTAR2415	45					3
UE7 : Stage de recherche et mémoire		300					20
Stage de Recherche	ESTAR2416	150					
Mémoire de recherche	ESTAR2417	150					
Total semestre		450	280	100	70		29
Total annuel		900					60

8. Descriptif des cours du Mastère en Statistique Appliquée et Informatique Décisionnelle, Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.

8.1. Mastere I , Parcours Économétrie et Statistique Appliquée.

UE1 Méthodes quantitatives
ESTA1101: Statistique mathématique

1. **Prérequis** : Intégration, cours de probabilité et statistique.

2. **Objectif général** :

3. **Objectifs spécifiques**:

À la fin du cours, l'étudiant devra être capable :

- de suggérer un modèle adapté à la nature des données et au mode d'échantillonnage,
- de déterminer la loi exacte ou approximative de certaines statistiques classiques,
- d'estimer les paramètres de lois usuelles par la méthode du maximum de la vraisemblance, par la méthode des moments et par la méthode bayésienne,
- de comparer différents estimateurs et d'identifier les meilleurs,
- de construire et d'interpréter des intervalles de confiance pour les paramètres des modèles usuels,
- de construire et d'interpréter des tests d'hypothèse,
- d'identifier un test d'hypothèse optimal dans certains cas classiques,
- de déterminer le test du rapport des vraisemblances dans des situations simples,
- d'appliquer certains tests d'adéquation, d'homogénéité et d'indépendance.

4. **Contenu** :

Rappel sur les probabilités : loi des grands nombres et théorème limite central. Échantillon aléatoire, statistique et distribution échantillonnale. Loi du khi-deux, loi de Student et loi de Fisher. Estimateur, biais, erreur quadratique moyenne, efficacité, borne de Cramer-Rao. Maximum de vraisemblance. Intervalle de confiance. Test d'hypothèses, lemme de Neyman-Pearson, test uniformément

plus puissant, test du rapport de vraisemblance.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

ESTA1102 : Assurance et technique actuarielles

1. **Prérequis** : Statistiques mathématiques et Probabilité

2. **Objectif général** : L'objectif de ce programme est de former des interlocuteurs privilégiés pour les actuaires, voire de former des chargés d'études actuarielles.

3. **Objectifs spécifiques**: Ce cours est une application du calcul des probabilités et de la statistique aux questions d'assurances, de finance et de prévoyance sociale. Cela consiste, entre autre, à l'analyse de l'impact financier du risque et l'estimation des flux futurs qui y sont associés. On utilise ainsi des techniques mathématiques et statistiques pour décrire et modéliser de façon prédictive certains événements futurs tels que par exemple la durée de la vie humaine, la fréquence des sinistres et l'ampleur des pertes pécuniaires associées.

4. **Contenu** : Opérations financières, Mathématiques et statistiques, Aide à la décision, Outils financiers, Opérations viagères, Gestion des risques, Assurance santé, Gestion quantitative, Gestion quantitative, Informatique décisionnelle, Mathématiques des population, Gestion des compagnie, Réglementation Risques , divers Sécurité sociale.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

ESTA1103 : Finance quantitative

1. **Prérequis** : cours de statistiques B3.
2. **Objectif général** : Ce cours a pour objectif d'entreprendre une introduction rigoureuse des principaux concepts et approches en finance de marché, avec une orientation marquée en gestion quantitative de portefeuille.
3. **Objectifs spécifiques** :
4. **Contenu** : Après avoir passé en revue les notions financières de base (taux de rendement, densité, utilité...), nous nous intéresserons principalement à la théorie moderne des choix de portefeuilles lors de ce cours. Nous aborderons ensuite ses principales extensions (théorie post-moderne, changements de paradigme, déformation des rendements et mesures de risque alternatives) et leurs applications pratiques (optimisation, arbitrage, réplcation, évaluation), avant de terminer sur une présentation des principales mesures de performance de portefeuille.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 : Théorie d'Analyse des données**ESTA1104 : Analyse des données qualitatives: ACM**

1. **Prérequis** : Le cours d'analyse des données de licence 3, spécialité économétrie, ou l'étude d'un ouvrage de base sur l'analyse en composantes principales.
2. **Objectif général** : Ce cours a pour objectif de prolonger les connaissances des étudiants dans les techniques de statistiques relevant des analyses factorielles, en particulier en leur présentant les analyses des correspondances. Il prolonge le cours d'analyse des données de licence pour les analyses factorielles de variables qualitatives.
3. **Objectifs spécifiques** : Au terme de ce cours, l'étudiant(e) sera en mesure de:
 - Comprendre l'épistémologie propre à la démarche qualitative
 - Élaborer une question de recherche pertinente dans le cadre d'une démarche qualitative
 - Préparer les outils de collecte de données (guide d'observation, guide d'entretien)
 - Préparer une demande d'approbation éthique auprès du comité d'éthique de l'Université Laval (CERUL)
 - Recueillir des observations ethnographiques et tenir un entretien semi-directif
 - Transcrire et analyser les données (notes de terrain, textes publiés, segments audios, transcriptions d'entretiens)
 - Interpréter les données recueillies
4. **Contenu** : On présente le schéma théorique et les propriétés de l'analyse des correspondances binaires. On présente ensuite l'analyse des correspondances multiples et ses applications.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTA1105 : Série Temporelles 1 : analyse uni-varié

1. **Prérequis** : Cours d'économétrie approfondie et de statistiques approfondies de licence.
2. **Objectif général** : Ce cours est une présentation d'outils utilisés pour la filtration de séries univariées. Il s'agit notamment d'apprendre à modéliser et à construire des prévisions sur l'espérance conditionnelle d'une variable économique stationnaire ou intégrée.

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : On aborde notamment : L'approche de Box-Jenkins : les processus ARMA, Les processus à racine unitaire et à trend déterministe, Les processus fractionnaires, Les processus à changement de régime. Pour être suivi dans de bonnes conditions, l'étudiant doit avoir eu des cours de Statistiques approfondies pour l'économétrie et d'économétrie approfondie.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie**UE3 : Logiciels statistiques****ESTA1106: Introduction à SAS****1. Prérequis :**

2. Objectif général : Le cours est une initiation à la manipulation des données et leur traitement statistique et à la rédaction des rapports à l'aide du logiciel SAS

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : Dans sa première partie, ce cours a pour but d'expliquer le fonctionnement de l'étape DATA, comment organiser les données en entrée et en sortie, travailler avec différents types de données, lire des données sous différents formats, manipuler et modifier des fichiers, créer des rapports. Au cours de la seconde partie, certaines procédures fondamentales pour la manipulation et l'analyse descriptive des données sont présentées : PROC FREQ, PROC TABULATE, PROC MEANS ainsi que la création de graphiques au moyen de SAS.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie**ESTA1107: Apprentissage Statistique et Classification****1. Prérequis :**

2. Objectif général : Ce cours a pour objectif de présenter les bases de l'apprentissage statistique en se focalisant essentiellement sur deux problématiques de l'apprentissage supervisé : classification binaire et régression. Les algorithmes d'apprentissage les plus couramment utilisés seront présentés et leurs propriétés statistiques seront discutées.

3. Objectifs spécifiques : Les objectifs de ce cours sont

- Introduire, sous une forme homogène et synthétique, les techniques de modélisation statistique et issues de la théorie de l'apprentissage utilisées le plus couramment en fouille de données dans des champs d'applications très divers : industriels, marketing, ou encore en relation avec des thématiques de recherche en Biologie, Épidémiologie...
- La recherche d'informations pertinentes (de pépites d'information) pour l'aide à la décision et la prévision.
- explorer ou vérifier, représenter, décrire, les variables, leurs liaisons et positionner les observations de l'échantillon
- expliquer ou tester l'influence d'une variable ou facteur dans un modèle supposé connu a priori,

- prévoir & sélectionner un meilleur ensemble de prédicteurs comme par exemple dans la recherche de bio-marqueurs,
- prévoir par une éventuelle meilleure "boîte noire" sans besoin d'interprétation explicite

4. Contenu : Statistique, data mining et apprentissage statistique, Apprentissage statistique supervisé, Algorithmes de moyennage local, Algorithmes de minimisation du risque empirique, Méthodes à noyaux : SVM, SVR, Méthodes d'agrégation : Bagging et forêts aléatoires.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTA1108 : Langage de Programmation R

1. Prérequis :

2. Objectif général : Ce cours a pour objectif d'amener l'étudiant à une maîtrise avancée de R, de sorte qu'il puisse utiliser ce langage pour programmer et implanter de nouvelles méthodes de calcul d'une manière efficace et réutilisable.

3. Objectifs spécifiques :

Ce cours a pour objectif d'aider l'étudiant à maîtriser la matière suivante :

concepts de base en R (session R, commandes, utilisation de fonctions et de packages, environnement de travail, environnement de développement RStudio, obtenir de l'aide, etc.);

manipulation de données en R (type de structures de données, extraction de données, lecture et écriture dans des fichiers externes, nettoyage, fusion et mise en forme de jeux de données, etc.);

calculs de base en R (opérations mathématiques, fonctions statistiques de base, calculs vectoriels et matriciels, etc.);

création de graphiques en R (fonctions de base, ajout d'éléments à un graphique de base, autres systèmes graphiques : lattice et ggplot2, etc.);

rédaction de rapports intégrant du texte, des commandes et des sorties R avec R Markdown;

concepts plus avancés de calculs en R (tests statistiques, ajustement de modèles, algèbre linéaire, optimisation numérique, etc.);

programmation en R (structures de contrôle, création de fonctions (arguments, corps de la fonction, portée lexicale, sortie), méthodes S3, tests, gestion des exceptions, débogage, etc.);

développement de packages (structure de fichiers, documentation, commandes de compilation, etc.);

amélioration de code R (bonnes pratiques, optimisation de temps d'exécution, métaprogrammation, etc.).

- 4. Contenu :** L'étudiant apprend à : comprendre ce que fait un programme R donné, faire ses propres programmes R (y compris des énoncés conditionnels, des boucles si nécessaire, des calculs vectoriels), créer des fonctions R et savoir les documenter, déboguer un programme R et l'optimiser en termes de temps de calcul.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

UE4 : Théorie des fluctuations

ESTA1109 : Atelier technique de Recherche d'emploi

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** L'objectif principal de cet atelier de formation à l'insertion professionnelle est d'apporter aux étudiants des savoirs et des savoir-faire leur permettant de trouver un stage, puis un emploi, et de s'insérer dans la vie professionnelle.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Savoir délimiter les contours de son projet professionnel
 - Apprendre à utiliser les outils de recherche d'emploi
 - Construire sa présentation et son sens de la communication
- 4. Contenu :** Techniques de rédaction et mise en forme de CV, ciblage des recherches, préparation des entretiens d'embauche, utilisation des nouveaux outils de communication pour identifier et contacter les entreprises... les Ateliers de maîtrise des Techniques de Recherche d'Emploi mobilisent des ressources pour optimiser les acquis, valoriser les parcours et améliorer les recherches d'un emploi.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTA1110 : Fluctuations conjoncturelles

- 1. Prerequis**
- 2. Objectif general :** L'objectif de ce cours est de faire le point sur les efforts entrepris pour développer une théorie des fluctuations conjoncturelles dans le cadre de modèles d'équilibre général. Plus spécifiquement il propose une évaluation de la méthodologie et des principaux résultats de ce qui est connu sous le nom de théorie des "cycles d'affaires réels" (Real Business Cycles) tout en proposant d'intégrer des considérations non walrasiennes dans le modèle néoclassique de croissance stochastique qui en est le fondement.
- 3. Objectifs spécifiques :** Maîtriser
 - Les Mesures empiriques du cycle et faits stylisés
 - Les modélisations univariées des fluctuations
 - Les modélisations multivariées des fluctuations

- Ce qu'un conjoncturiste doit connaître en séries temporelles
- 4. **Contenu** : Mesures empiriques du cycle et faits stylisés : Le cycle économique, Les mesures empiriques du cycle à partir de moyennes mobiles, Le filtre passe-bande ;
Les modélisations univariées des fluctuations : Stationnarité en différence ou autour d'une tendance déterministe, La composante permanente de Beveridge et Nelson, Les mesures de persistance, Racines unitaires et ruptures déterministes, Les modèles à composantes inobservables ou modèles de Harvey La modélisation du cycle par Stock et Watson ;
Les modélisations multivariées des fluctuations Ce qu'un conjoncturiste doit connaître en séries temporelles
: Les modèles VAR et la description de l'économie Les modèles VAR et la théorie économique
Ce qu'un conjoncturiste doit connaître en séries temporelles : Les moyennes mobiles, Analyse spectrale univariée, Analyse spectrale multivariée, Application de l'analyse spectrale, rappels sur les modèles ARIMA
- 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
- 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
- 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. **Bibliographie**

Semestre 2

UE5 : Statistical Business

ESTA1211: Statistical Business analytics : Regression and Modeling

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général** : Designed for SAS professionals who use SAS/STAT software to conduct and interpret complex statistical data analysis
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtrise de l'application des théories et des techniques de statistique avancée.
4. **Contenu** :
 - Analysis of variance.
 - Linear and logistic regression.
 - Preparing inputs for predictive models.
 - Measuring model performance.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, Économétrie, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTA1212 : Anglais Technique avancée

1. Prerequisite:

2. Main Objective: Develop oral communicative skills as well as writing in the two areas of computer science program (networking and software Engineering), and master different business techniques in computing English (making presentations, writing memos and minutes).

3. Specific objective:**4. Content**

Computing vocabulary, oral and written expression, writing of computing contracts; English text explaining hardware parts of the computer, English text about software and introduction to programming course in English. Learn about how to place computer equipment order.

5. Teaching Methodology: Lectures & Tutorials**6. Evaluation Methodology:** Written Exam.**7. Teaching Material :** Standard Material standard**8. Lecturer Profil:** PhD en english.**9. Bibliography****ESTA1213 : Économétrie des variables qualitatives**

1. Prérequis : Cours d'économétrie approfondie et de statistique approfondie.

2. Objectif général : L'objectif de ce cours est des présenter les principaux modèles économétriques propres aux variables qualitatives et aux variables censurées.

3. Objectifs spécifiques :

- Ce cours introduit les méthodes d'estimation d'un modèle non linéaire dans la variable dépendante. Cela peut être un modèle de choix discrets dichotomiques (Logit ou Probit) ou polytomiques (Logit multinomial, Logit conditionnel, Logit emboîté, Logit ou Probit ordonné,...), des modèles de comptage (Poisson, Binomial Negative, Zero-inflated,...)ou encore de modèle sur des observations censurées ou tronquées (Tobit, Modèle de Heckman).
- On propose les différents estimateurs de ces modèles et on analyse les propriétés de ces estimateurs. On présente dans le cours de nombreuses simulations numériques, ainsi que des exemples. On s'intéresse plus particulièrement aux interprétations des résultats.

4. Contenu : Plusieurs modèles traités dans ce cours relèvent du champ de l'économétrie de la décision et sont par conséquent très utilisés dans les analyses marketing quantitatives mais aussi et surtout dans de nombreuses procédures de scoring ou de rating.

Le cours comporte trois chapitres. Le premier chapitre porte sur les modèles dichotomiques univariés et notamment sur les modèles Probit et Logit. Dans ce chapitre, nous évoquons en outre les nouvelles approches semi-paramétriques appliquées aux modèles dichotomiques. Le second chapitre étend l'analyse aux modèles à variables polytomiques : modèles ordonnées, modèles séquentiels, modèles Logit multinomiaux indépendant et conditionnel, modèle Probit multinomial etc. Enfin, le troisième chapitre propose une synthèse sur les modèles à variable dépendante censurée et notamment sur les différents modèles Tobit.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE6 : Méthode statistique**ESTA1214 : Série temporelle 2 : Analyse multivarié**

- 1. Prérequis :** Cours de Séries Temporelles 1 : analyse univariée.
- 2. Objectif général :** L'objectif de ce cours est de savoir modéliser l'évolution dans le temps d'un phénomène aléatoire.
- 3. Objectifs spécifiques : Maîtriser**
 - Les processus auto régressif stationnaires (VAR), leur estimation et les outils d'analyse associés.
 - la modélisation, aux tests et à l'estimation de relations linéaires entre séries à racines unitaires.
 - La théorie de représentation de Granger
- 4. Contenu :** Dans un premier temps ce cours introduit les processus autorégressif stationnaires (VAR), leur estimation et les outils d'analyse associés (fonctions de réponse aux chocs, décomposition de variance, causalité selon Granger ainsi que les mesures de Geweke des divers types de dépendances linéaires). On y traite également des VAR structurels. La seconde partie est consacrée à la modélisation, aux tests et à l'estimation de relations linéaires entre séries à racines unitaires. Via le théorème de représentation de Granger, on discute des modèles à correction d'erreur. Outre la procédure en deux étapes d'Engle-Granger, on présente notamment les tests de cointégration de Johansen.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

STA1215: Langage Macro sous SAS

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** Le principal objectif de cette vignette est de s'initier à la réalisation de macros commandes SAS. Il s'agit de concevoir puis carrosser un ensemble de traitement spécifiques afin, par exemple, de les rendre accessibles à des utilisateurs non spécialistes de SAS mais gros consommateurs comme dans l'industrie pharmaceutique ou le marketing.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 1. Écrire et tester le programme qui exécute l'algorithme voulu.
 2. Déterminer les variables qui seront les paramètres de la macro, celles qui rendront facilement généralisable à d'autres usages le programme ainsi conçu.
 3. Transformer en macros variables les variables ainsi identifiées. Elles seront regroupées en tête de programme, initialisées et documentées.
 4. Tester les fonctionnalités du programme en variant les valeurs des paramètres / macros variables.
 5. Encapsuler le programme dans une macro commande
 6. Faire exécuter la macro commande à SAS.
 7. Tester l'appel de la macro en respectant scrupuleusement l'ordre des paramètres
- 4. Contenu :** Prise en main, Gestion des données, Graphiques, Macros-commandes, Bases de données
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

UE7 : Méthode des Simulations

ESTA1216 : Bootstrap et simulations

- 1. Prérequis :** Econométrie des séries temporelles
- 2. Objectif général :** L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique des méthodes de simulations et à l'application de ces méthodes avec le logiciel SAS.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Maîtriser les Méthodes de Monte Carlo, Les Méthodes du Bootstrap
 - Maîtriser la programmation de ces méthodes sous SAS
- 4. Contenu :** Fondements, Les Méthodes de Monte Carlo, Les Méthodes du Bootstrap.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTA1217 : Cours de pratiques statistiques approfondie(Atelier)

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** Maîtriser le processus de collecte et d'analyse des données statistiques issue d'une enquête.
- 3. Objectifs spécifiques :** Maîtriser les techniques d'échantillonnage, le processus de collecte, la programmation, la saisie, l'apurement des données, la tabulation et l'analyse des résultats.
- 4. Contenu :** Cas pratique de préparation, d'organisation, de traitement et de sorties des résultats d'une enquête.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** projet d'étude de cas
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** Spécialiste en conduite d'enquête, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

UE8 : Statistique mathématiques

ESTA1218 : Modèles d'équations structurelles

- 1. Prérequis :** cours de méthodes statistiques et, si possible, être familier avec quelques méthodes de statistique multidimensionnelle et connaître un logiciel pour faire des analyses statistiques.
- 2. Objectif général :** Maîtriser les modèles d'équations structurelles en Statistique
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Revoir les méthodes statistiques standards pour un ou deux échantillons et à des modèles de régression.
 - Être familier avec la nature, les concepts fondamentaux et la terminologie des MES
 - Être capable d'utiliser adéquatement un logiciel pour ajuster ces modèles.
 - Être en mesure de critiquer les applications des
 - MES que l'on retrouve dans la littérature scientifique.

4. **Contenu :** Rappels sur la régression linéaire et l'analyse classique des cheminements. Analyse factorielle confirmatoire. Exploration de l'analyse générale des équations structurelles avec variables latentes et erreurs de mesure. Familiarisation avec un des trois logiciels suivants : LISREL, EQS ou CALIS (procédure de SAS).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTA1219 : Séries chronologiques

1. **Prérequis :** L'étudiant ou l'étudiante devra s'assurer de posséder des notions de base en probabilité et en statistique. Un rappel de ces concepts sera présenté lors du début du cours.
2. **Objectif général :** À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles sur les séries temporelles, d'en connaître les propriétés et de pouvoir modéliser des séries chronologiques réelles
3. **Objectifs spécifiques :**
 - Connaître les différents types de lissage et savoir étudier les différentes composantes d'une série chronologique;
 - Être capable de bien comprendre toute la théorie sur les processus stationnaires;
 - Connaître tous les modèles classiques de Box et Jenkins et leurs propriétés;
 - Comprendre les méthodes d'estimation des différents paramètres, les différents tests et les techniques de prévision;
 - Être en mesure de savoir coller un modèle adéquat à partir de n'importe quelle série chronologique, et de le prouver sur le travail qui sera demandé.
4. **Contenu :** Décomposition d'une série chronologique, tendance, saisonnalité, innovations, lissages, processus stationnaires, moyennes mobiles, processus auto régressifs, auto corrélations, bruit blanc, densité spectrale, prévisions optimales, modélisation SARIMA.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTA1220 : Statistique génétique(thèmes choisis)

1. **Prérequis :** Introduction à la bio-informatique, Génétique, Probabilité et Statistiques
2. **Objectif général:** Maîtriser les concepts de la statistique génétique
3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser les études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission; traits quantitatifs; données de puce à ADN.
4. **Contenu :** Brève introduction aux concepts génétiques. Une sélection de sujets parmi les suivants : épidémiologie génétique, concepts et introduction; études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission (test TDT); traits quantitatifs; données de puce à ADN (*microarray*).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en bio-statistique, mathématiques appliquées au vivant.

9. **Bibliographie**

8.2. Master II en Économétrie Et Statistique Appliquée : Voie professionnelle

UE1 : Econométrie et Méthodes de prévisions

ESTAP2301 : Panel data econometrics

1. **Prérequis** : Modèles Linéaires sur séries temporelles
2. **Objectif général** : L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique de l'économétrie des données de panel. Afin de couvrir l'ensemble des thèmes abordés, la progression du cours sera assez soutenue. En outre, une place importante sera accordée à l'application de ces méthodes sur des données réelles avec le logiciel SAS.
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtriser les méthodes économétriques de Panel et applications.
4. **Contenu** : Chapitre 1 : Modèles Linéaires Simples de panels cylindrés Chapitre 2 : Modèles Linéaires Simples de panel non cylindrés. Chapitre 3 : Introduction aux panels non-stationnaires.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en économétrie, mathématiques financières.
9. **Bibliographie**

ESTAP2302 : Méthodes des moments [GMM]

1. **Prérequis** : Cours d'économétrie des séries temporelles
2. **Objectif général** : Maîtriser les méthodes des moments généralisées et simulées.
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtriser les méthodes des moments généralisées et simulées.
 - Maîtriser les applications macroéconomiques de ces méthodes,
 - Maîtriser les applications portant sur l'estimation de modèles financiers de volatilité stochastique.
4. **Contenu** : Ce cours propose une présentation des méthodes de moments allant des méthodes de moments généralisées (GMM) aux moments simulés (EMM). Ces méthodes d'estimations constituent une généralisation des principales méthodes d'estimation usuelles (MCO, variables instrumentales, maximum de vraisemblance etc.) et sont fondées sur l'exploitation de conditions d'orthogonalité. En macro-économétrie et en macroéconomie financière, ces méthodes sont très largement utilisées dans le cadre des modèles à anticipations rationnelles. En dehors des applications macro-économiques, nous proposerons en outre dans ce cours des applications portant sur l'estimation de modèles financiers de volatilité stochastique.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTAP2303: Statistique non paramétrique

1. **Prérequis** : Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n
2. **Objectif général**: À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable: de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué;

d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets; d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs; de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.

3. Objectifs spécifiques: L'étudiant devra savoir :

Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants

Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student;

estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.

Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets

Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.

Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants

Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance a un facteur; étude du cas des tableaux de fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.

Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets

Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar

Tests de tendance et tests d'indépendance

Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.

Introduction au bootstrap

Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.

4. Contenu : Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation.

Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation.

Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs.

Introduction au « bootstrap ».

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAP2304 : Econometrie semi et non paramétrique

1. Prérequis : Cours d'économétrie approfondie et de statistique approfondie.

2. Objectif général : L'objectif de ce cours est de maîtriser les méthodes d'estimation non paramétriques et semi paramétriques.

3. Objectifs spécifiques :

- Apprendre les méthodes d'estimation non paramétriques et semi paramétriques.
- Apprendre les applications sous les procédures UNIVARIATE, KDE et INSIGHT de SAS.
- Apprendre les méthodes de régression locales de type LOESS et LOWESS et les appliquer sous SAS.

4. **Contenu :** La première partie, après un rappel sur les tests paramétriques usuels, porte sur les principaux tests non paramétriques permettant de juger de l'adéquation à une distribution donnée ou de la comparaison d'échantillons. La mise en œuvre fait appel aux procédures SAS de type MEAN, UNIVARIATE, NPAR1WAY, FREQ. La seconde partie de ce cours porte sur les méthodes d'estimation non paramétriques et semi paramétriques. Un rappel sur les méthodes de lissage et les méthodes de lissage par opérateur à noyau (Kernel) est proposé. Dans ce contexte, les méthodes d'estimation Kernel d'une fonction densité ainsi que le principe d'une régression Kernel sont tout abordées. Les applications se font sous les procédures UNIVARIATE, KDE et INSIGHT de SAS. Enfin, les méthodes de régression locales de type LOESS et LOWESS sont présentées et appliquées sous SAS à divers exemples de régressions.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTAP2305: Big data analytics : Trees and aggregation methods (Bagging, Random forest and boosting)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général :** Maîtriser la théorie des arbres, les techniques de modélisation
3. **Objectifs spécifiques :**
 - Handle higher dimensionality data very well.
 - Handle missing values and maintains accuracy for missing data.
4. **Contenu :** Classification Trees, Bagging: Averaging Trees, Random Forests: Cleverer Averaging of Trees, Boosting: Cleverest Averaging of Trees Methods for improving the performance of weak learners such as Trees. Classification trees are adaptive and robust, but do not generalize well. The techniques discussed here enhance their performance considerably.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 Big data analytics

ESTAP2306: Big data analytics

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général :** Maîtriser la modélisation des données de Panel
3. **Objectifs spécifiques :** Maîtriser l'analyse des données et les méthodes de pénalisation. Companies from all industries use big data analytics to Increase revenue, Decrease costs and Increase productivity.
4. **Contenu :**
 - Why Big Data Analytics?
 - What is Big Data Analytics?
 - How has Big Data Analytics helped companies?
 - How do I decide whether to buy or build?

- If I build, what do I need?
 - How do I select the right Big Data Analytics
 - Solution for me?
 - Getting Successful with Big Data Analytics -
 - more than technology
 - Key Takeaways
 - Key Big Data Analytics Experts
 - Penalized regressions and SVM.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

ESTAP2307: Big data analytics : Deep Learning and neural networks

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** The objective of Deep Learning is to learn a complex and abstract data representation hierarchically, through passing the data over multiple transformation layers.
- 3. Objectifs spécifiques :** The goal of the project is to construct a system capable of analyzing and predicting output for the large scale applications by efficiently handling the data consisting of very high dimensionality. Experiments using different learning strategies and data preprocessing methods will be carried out to increase the accuracy of the predictions.
- 4. Contenu :**

2. Artificial Neural Network

3. AWS Setup

4. Matlab neural network toolbox

5 IBM WATSON .

5.1 Data Processing

5.1.1 Dataset Design

5.1.2 Input data processing methods

5.1.3 Output data predicted processing method Implementation

5.2.1 Gradient descent back-propagation

5.2.2 Resilient back-propagation

5.2.3 Scaled conjugate gradient back-propagation

5.2.4 Momentum back-propagation

5.2.5 Adaptive Learning Rate back-propagation

5.2.6 Momentum and Adaptive Learning Rate back-propagation

5.2.7 Method I: Non zero vector dimensions/features only

5.2.8 Method II: Four times more true vectors

5.2.9 Method III: Removed all the Constant columns

5.2.10 Method IV : Removing all the true vector constant columns

Comparison and Conclusion

6 INNOCENTIVE

6.1 Data Processing

6Big Data Analytics Using Neural Networks

Chetan Sharma

6.1.1 Dataset Design

6.1.2 Input data processing methods

6.1.3 Output data predicted processing method

6.2 Implementation

6.2.1 Gradient descent back-propagation

6.2.2 Resilient back-propagation

6.2.3 Scaled conjugate gradient back-propagation

6.2.4 Momentum back-propagation

6.2.5 Adaptive Learning Rate back-propagation

6.2.6 Momentum and Adaptive Learning Rate back-propagation

6.2.7 Method I: Four classifications in desired output vector

6.2.8 Method II: Learning with two times more don't trust vectors

6.2.9 Method III: Variation in threshold limit

6.2.10 Method IV : Focusing on reduced set of training vectors

6.2.11 Method V: Increasing the validation and test dataset

6.2.12 Method VI : Revising with important/ stringent vectors

6.2.13 Method VII : Excluding Noise from the network

6.2.14 Method VIII : Merging method VI and VII

Comparison and Conclusion

7. Deep Learning: Effective Tool for Big Data Analytics

7.1 OVERVIEW OF DEEP LEARNING ARCHITECTURES

7.2 DEEP LEARNING FOR BIG DATAANALYTICS

7.3.DEEP LEARNING APPLICATIONS for BIG DATA ANALYTICS

7.DEEP LEARNING CHALLENGES in BIG DATA ANALYTICS

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en sciences des données , Informatique

9. Bibliographie

ESTAP2308: Methodes de Prévision

1. Prérequis : Cours de séries temporelles 1 et 2.

2. Objectif général : étudier les méthodes d'appréciation sur les valeurs futures d'une variable quantitative.

3. Objectifs spécifiques :

- Rappeler la notion de prévision
- Présenter brièvement les techniques de prévision les plus utilisées dans la pratique
- Permettre aux apprenants de mieux saisir les différences, les points communs et les complémentarités entre la prévision et la prospective.

4. Contenu : A partir d'exemples concrets, exposé pratique des principales méthodes de prévision. Les aspects théoriques des tests de validation du système de prévision sont également traités. Une extension aux modèles non linéaires de prévision est enfin abordée.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE3 : Méthodes d'analyse

ESTAP2309 : Méthodes de Scoring

1. Prérequis : Econométrie des variables qualitatives, modèles de durée

2. Objectif général : L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique des techniques du Credit Scoring. Afin de couvrir l'ensemble des thèmes abordés, la progression du cours sera assez soutenue.

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : En outre, une place importante sera accordée à l'application de ces méthodes sur des données réelles avec le logiciel SAS.

Plan

Chapitre 1 : Principes du scoring.

Chapitre 2 : Les modèles classiques.

Chapitre 3 : Autres modèles.

Chapitre 4 : Performances d'un score, choix du seuil et suivi.

Chapitre 5 : Choix des données et biais de sélection.

Chapitre 6 : Traitement et sélection des variables.

Chapitre 7 : Applications.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAP2310 : Data mining

1. Prérequis : Statistique Descriptive, Inférence Statistique, Analyse des Données, Econométrie

2. Objectif général : Ce cours constitue une introduction aux méthodes, outils et applications du Data Mining.

3. Objectifs spécifiques : Le Data Mining ou l'Extraction de Connaissances (ECD) et la statistique décisionnelle sont des disciplines de plus en plus répandues dans les entreprises pour extraire l'information pertinente "cachée" dans leur giga banques de données (Data Warehouse - Datamart) en vue d'améliorer leur efficacité en matière de prise de décision (Business Intelligence), leur gestion de la relation client (CRM) et leur maîtrise du risque (scoring), mais aussi d'analyser les comportements des consommateurs, prédire l'attrition, détecter des comportements frauduleux etc.

4. Contenu : Les aspects méthodologiques font l'objet d'une première partie et vont de la conduite de projet aux facteurs de réussites et aux pièges à éviter en passant par l'évaluation et la comparaison des modèles, l'intégration dans le marketing de bases de données, le calcul du retour sur investissement, les interfaces informatiques et les contraintes juridiques dès que l'on traite des données à caractère personnel. La deuxième partie a pour objet de présenter les outils du Data Mining dont certains appartiennent à l'analyse de données et à la statistique classique alors que d'autres sont plus spécifiques au Data Mining comme les arbres de décision et les réseaux de neurones. La troisième partie a pour objectif de faire des études de cas sur SAS Enterprise Miner de manière à ce que l'étudiant puisse être opérationnel sur le terrain.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique , sciences des données

9. Bibliographie

UE4 : Théorie bancaire

ESTAP2311 : Modèle de durée

- 1. Prérequis :** Cours d'économétrie approfondie, connaissances de base en statistique non paramétrique.
- 2. Objectif général :** Ce cours a pour objectif la présentation des principales modélisations employées dans l'analyse des durées de réalisation d'un ou de plusieurs événements.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Maîtriser l'approche non paramétrique (estimateur de Kaplan-Meier, tables de survie et méthode actuarielle),
 - Maîtriser l'approche paramétrique et modèles à durée de vie accélérée, approche semi paramétrique avec le modèle à risques proportionnels de Cox.
 - Appliquer les principales procédures disponibles sous SAS.
- 4. Contenu :** Ce cours présente les principales modélisations employées dans l'analyse des durées de réalisation d'un ou de plusieurs événements : approche non paramétrique (estimateur de Kaplan-Meier, tables de survie et méthode actuarielle), approche paramétrique et modèles à durée de vie accélérée, approche semi paramétrique avec le modèle à risques proportionnels de Cox. Les applications mobilisent les principales procédures disponibles sous SAS : proc LIFETEST, SURVIVAL et PHREG.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAP2312: Réglementation prudentielle bancaire

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** Ce corpus prudentiel a pour objet l'apprentissage de la protection des banques et vise le renforcement de la concurrence et la stabilité du système bancaire. Par ailleurs, la stabilité et la solidité des banques sont garanties par l'équilibre rentabilité/risque. La mesure de la rentabilité est nécessaire pour apprécier la situation du système bancaire et son respect aux contraintes prudentielles.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Présentation de la gestion bancaire des principaux risques et réglementation prudentielle.
 - Maîtriser la genèse du risque de crédit et processus de gestion, la réglementation prudentiel Bâle I et Bale II, et les différents domaines d'application de Bale II
- 4. Contenu :**
 - Genèse du risque de crédit et processus de gestion
 - La réglementation prudentielle internationale
 - IMPACT DE LA REFORME BALE II SUR LES PME et cadre réglementaire burundais
 - La réglementation prudentielle et la performance du système bancaire burundais
 - La réglementation prudentielle, stabilité financière et développement économique au Burundi.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAP2313 : Cours de partenariat SAS IML SAS/QR,SAS EG, Journées Risques et Fraudes

- 1. Prérequis :** R, SAS

2. **Objectif général** : Maîtriser les concepts relationnel de la programmation SAS IML SAS/QR,SAS EG, SQL.
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtriser le langage général de programmation, pouvoir établir les relations entre différents langages de programmation.

4. **Contenu** :

I Programming in the SAS/IML Language

Chapter 1. An Introduction to SAS/IML Software

Chapter 2. Getting Started with the SAS/IML Matrix Programming Language

Chapter 3. Programming Techniques for Data Analysis

Chapter 4. Calling SAS Procedures

II Programming in SAS/IML Studio

Chapter 5. IMLPlus: Programming in SAS/IML Studio

Chapter 6. Understanding IMLPlus Classes

Chapter 7. Creating Statistical Graphs

Chapter 8. Managing Data in IMLPlus

Chapter 9. Drawing on Graphs

Chapter 10. Marker Shapes, Colors, and Other Attributes of Data

III Applications

Chapter 11. Calling Functions in the R Language

Chapter 12. Regression Diagnostics

Chapter 13. Sampling and Simulation

Chapter 14. Bootstrap Methods

Chapter 15. Timing Computations and the Performance of Algorithms

Chapter 16. Interactive Techniques

Chapter 17. Programming SQL

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE 5: Assurance et techniques actuarielles

ESTAP2314 : Ateliers de techniques de recherche d'emploi

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** L'objectif principal de cet atelier de formation à l'insertion professionnelle est d'apporter aux étudiants des savoirs et des savoir-faire leur permettant de trouver un stage, puis un emploi, et de s'insérer dans la vie professionnelle.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Savoir délimiter les contours de son projet professionnel
 - Apprendre à utiliser les outils de recherche d'emploi
 - Construire sa présentation et son sens de la communication
- 4. Contenu :** Techniques de rédaction et mise en forme de CV, ciblage des recherches, préparation des entretiens d'embauche, utilisation des nouveaux outils de communication pour identifier et contacter les entreprises... les Ateliers de maîtrise des Techniques de Recherche d'Emploi mobilisent des ressources pour optimiser les acquis, valoriser les parcours et améliorer les recherches d'un emploi.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAP2315: Marketing quantitatif

- 1. Prérequis :** Connaissances SAS, cours d'analyse des données quantitatives et qualitatives.
- 2. Objectif général :** L'objectif du cours de marketing quantitatif est d'initier les étudiants aux techniques quantitatives aidant à la prise de décision marketing: segmentation et ciblage, gestion des opportunités, score RFM, analyse des retours de campagne marketing etc..
- 3. Objectifs spécifiques :**
- 4. Contenu :** Ce cours essentiellement effectué sous SAS, fait appel aux procédures SAS suivantes : Catmod - expand - rank - standard - fastclust - cluster - anova - glm - princomp - freq
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAP2316 : Advanced financial Econometrics

- 1. Prérequis :** Cours d'économétrie des séries temporelles
- 2. Objectif général :** L'objectif de ce cours est de présenter les principales approches économétriques permettant de modéliser la variance conditionnelle d'une série, et notamment d'une série financière.
- 3. Objectifs spécifiques :**
- 4. Contenu :** La première partie de ce cours propose un rappel sur les principales propriétés statistiques généralement observées sur les séries de rendements ou de cours d'un actif financier. La seconde partie est consacrée à l'exposé des modèles ARCH-GARCH univariés permettant notamment de modéliser la variance conditionnelle de ces séries financières. Trois types de modèles sont envisagés: les modèles GARCH linéaires, les modèles GARCH asymétriques et les modèles permettant d'intégrer des phénomènes de mémoire longue. Enfin, dans la lignée des travaux de Engle (2001), toutes les applications de ces modèles

traités dans le cours portent sur la modélisation de la Value at Risk d'un portefeuille de titres.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE6 : Logiciels statistiques

ESTAP2317 : Gestion des bases de données sous SAS

1. **Prérequis :** cours d'introduction à SAS / bonne maîtrise de SAS/BASE.

2. **Objectif général :** e cours a pour objectif de faire travailler les étudiants sur des bases de données réelles telles que l'on peut en rencontrer dans le milieu professionnel, c'est à dire, non directement prête à l'analyse.

3. **Objectifs spécifiques :**

4. **Contenu :** Il s'agit en fait de parfaire les connaissances quand aux programmations SAS à même de rendre la base exploitable pour ensuite appliquer certains outils vus dans les matières de spécialités.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

ESTAP2318 : Mise en œuvre de Proc SQL sous SAS

1. **Prérequis :** Connaissance approfondie de l'environnement SAS, cours de gestion de bases de données et langage SQL.

2. **Objectif général :** Ce cours fait suite au cours gestion de bases de données et langage SQL et se propose d'explorer l'implémentation de SQL sous SAS.

3. **Objectifs spécifiques :**

4. **Contenu :** Programmation des méthodes statistiques sous SAS.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

ESTAP2319 : Assurances et techniques actuarielles 2

1. Prérequis :

2. Objectif général : L'objectif de cette formation est de transmettre les connaissances techniques de base relatives à l'actuariat de l'assurance vie et non vie.

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu :

Première partie :

Le contexte

Assurance Vie: Marché

Produits

Réglementation

Actuariat: Rôles

Relations avec les autres fonctions de
l'entreprise; Organisation professionnelle

Etablissement des tarifs

Valeur actuelle probable et prime pure

Estimation des probabilités grâce aux tables de mortalité

Chargements

Calculs des primes (avec et sans chargements) pour les
principales opérations d'assurance sur la vie

Identification des sources de risques associés aux tarifs

Approche stochastique pour évaluer ces risques

Réassurance proportionnelle et non proportionnelle

Provisions mathématiques

Calcul des provisions mathématiques pour les principales
opérations d'assurance sur la vie

Dynamique des provisions mathématiques

Identification et analyse des pertes et gains techniques

Traitement des frais de gestion reportés

Deuxième journée :

Placements et provisions techniques à caractère financier

Représentation des provisions techniques

Produits financiers

Réserve de capitalisation

Provision pour aléas financiers

Provision pour risque d'exigibilité

Provision pour dépréciation à caractère durable

Comptes de participation aux résultats techniques et financiers

Provisions pour participation aux bénéfices

Participation minimale aux bénéfices

Provision pour égalisation

Actuariat et Solvabilité

Dans le cadre de Solvabilité 1

Dans le cadre de Solvabilité 2

la fonction actuarielle

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

Semestre 4

UE7 : Stage et Rapport

ESTAP2420 :Stage

ESTAP2421 :Rapport de stage

8.3. Master II en Économétrie et Statistique Appliquée : Voie recherche

UE1 : Econométrie et Méthodes de prévisions

ESTAR2301 :Panel data econometrics

1. Prérequis : Modèles Linéaires sur séries temporelles

2. Objectif général : L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique de l'économétrie des données de panel. Afin de couvrir l'ensemble des thèmes abordés, la progression du cours sera assez soutenue. En outre, une place importante sera accordée à l'application de ces méthodes sur des données réelles avec le logiciel SAS.

3. Objectifs spécifiques :

4. Contenu : Chapitre 1 : Modèles Linéaires Simples de panels cylindrés Chapitre 2 : Modèles Linéaires Simples de panel non cylindrés. Chapitre 3 : Introduction aux panels non-stationnaires.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAR2302 : Méthodes des moments [GMM]

- 1. Prérequis :** Cours d'économétrie des séries temporelles
- 2. Objectif général :**
- 3. Objectifs spécifiques :**
- 4. Contenu :** Ce cours propose une présentation des méthodes de moments allant des méthodes de moments généralisées (GMM) aux moments simulés (EMM). Ces méthodes d'estimations constituent une généralisation des principales méthodes d'estimation usuelles (MCO, variables instrumentales, maximum de vraisemblance etc.) et sont fondées sur l'exploitation de conditions d'orthogonalité. En macro-économétrie et en macroéconomie financière, ces méthodes sont très largement utilisées dans le cadre des modèles à anticipations rationnelles. En dehors des applications macro-économiques, nous proposerons en outre dans ce cours des applications portant sur l'estimation de modèles financiers de volatilité stochastique.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAR2303: Statistique non paramétrique

- 1. Prérequis :** Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n
- 2. Objectif général:** À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable:
 - de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué;
 - d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets; d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs; de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.
- 3. Objectifs spécifiques: L'étudiant devra savoir :**
 - Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student;
 - estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.
 - Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance a un facteur; étude du cas des tableaux de
 - fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar
 - Tests de tendance et tests d'indépendance
 - Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.
 - Introduction au bootstrap

- Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.
4. **Contenu** : Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation. Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation. Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs. Introduction au « bootstrap ».
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

ESTAR2304 :Econometrie semi et non paramétrique

1. **Prérequis** : Cours d'économétrie approfondie et de statistique approfondie.
2. **Objectif général** :
3. **Objectifs spécifiques** :
4. **Contenu** : La première partie, après un rappel sur les tests paramétriques usuels, porte sur les principaux tests non paramétriques permettant de juger de l'adéquation à une distribution donnée ou de la comparaison d'échantillons. La mise en œuvre fait appel aux procédures SAS de type MEAN, UNIVARIATE, NPAR1WAY, FREQ. La seconde partie de ce cours porte sur les méthodes d'estimation non paramétriques et semi paramétriques. Un rappel sur les méthodes de lissage et les méthodes de lissage par opérateur à noyau (Kernel) est proposé. Dans ce contexte, les méthodes d'estimation Kernel d'une fonction densité ainsi que le principe d'une régression Kernel sont tout abordées. Les applications se font sous les procédures UNIVARIATE, KDE et INSIGHT de SAS. Enfin, les méthodes de régression locales de type LOESS et LOWESS sont présentées et appliquées sous SAS à diers exemples de régressions.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTAR2305: Méthodes de Prévion

1. **Prérequis** : Cours de séries temporelles 1 et 2.
2. **Objectif général** :
3. **Objectifs spécifiques** :
4. **Contenu** : A partir d'exemples concrets, exposé pratique des principales méthodes de prévision. Les aspects théoriques des tests de validation du système de prévision sont également traités. Une extension aux modèles non linéaires de prévision est enfin abordée.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 : Méthodes d'analyse

ESTAR2306: Big data analytics : Trees and aggregation methods

1. **Prérequis** :

2. **Objectif général : Maîtriser** la théorie des arbres, les techniques de modélisation
3. **Objectifs spécifiques : Master how to :**
 Handle higher dimensionality data very well.
 Handle missing values and maintains accuracy for missing data.
 Bagging, Random forest and boosting, Penalized regressions and SVM. Deep Learning and neural networks.
4. **Contenu :** Classification Trees, Bagging: Averaging Trees, Random Forests: Cleverer Averaging of Trees, Boosting: Cleverest Averaging of Trees Methods for improving the performance of weak learners such as Trees. Classification trees are adaptive and robust, but do not generalize well. The techniques discussed here enhance their performance considerably.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 Big data analytics

ESTAP2306: Big data analytics (Penalized regressions and SVM.) Modèle de panel.

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général :** Maîtriser la modélisation des données de Panel
3. **Objectifs spécifiques :** Maîtriser l'analyse des données et les méthodes de pénalisation.
 Companies from all industries use big data analytics to Increase revenue, Decrease costs and Increase productivity.
4. **Contenu :**
 Why Big Data Analytics?
 What is Big Data Analytics?
 How has Big Data Analytics helped companies?
 How do I decide whether to buy or build?
 If I build, what do I need?
 How do I select the right Big Data Analytics Solution for me?
 Getting Successful with Big Data Analytics - more than technology
 Key Takeaways
 Key Big Data Analytics Experts
 Penalized regressions and SVM.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

ESTAR2307 : Méthodes de Scoring

1. **Prérequis :** Économétrie des variables qualitatives, modèles de durée

- 2. Objectif général :** L'objectif du cours est de familiariser les étudiants à la pratique des techniques du Credit Scoring. Afin de couvrir l'ensemble des thèmes abordés, la progression du cours sera assez soutenue.
- 3. Objectifs spécifiques :**
- 4. Contenu :** En outre, une place importante sera accordée à l'application de ces méthodes sur des données réelles avec le logiciel SAS.

Plan

- Chapitre 1 : Principes du scoring.
- Chapitre 2 : Les modèles classiques.
- Chapitre 3 : Autres modèles.
- Chapitre 4 : Performances d'un score, choix du seuil et suivi.
- Chapitre 5 : Choix des données et biais de sélection.
- Chapitre 6 : Traitement et sélection des variables.
- Chapitre 7 : Applications.

- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAR2308 : Data mining

- 1. Prérequis :** Statistique Descriptive, Inférence Statistique, Analyse des Données, Econométrie
- 2. Objectif général :** Ce cours constitue une introduction aux méthodes, outils et applications du Data Mining.
- 3. Objectifs spécifiques :** Le Data Mining ou l'Extraction de Connaissances (ECD) et la statistique décisionnelle sont des disciplines de plus en plus répandues dans les entreprises pour extraire l'information pertinente "cachée" dans leur giga banques de données (Data Warehouse - Datamart) en vue d'améliorer leur efficacité en matière de prise de décision (Business Intelligence), leur gestion de la relation client (CRM) et leur maîtrise du risque (scoring), mais aussi d'analyser les comportements des consommateurs, prédire l'attrition, détecter des comportements frauduleux etc.
- 4. Contenu :** Les aspects méthodologiques font l'objet d'une première partie et vont de la conduite de projet aux facteurs de réussites et aux pièges à éviter en passant par l'évaluation et la comparaison des modèles, l'intégration dans le marketing de bases de données, le calcul du retour sur investissement, les interfaces informatiques et les contraintes juridiques dès que l'on traite des données à caractère personnel. La deuxième partie a pour objet de présenter les outils du Data Mining dont certains appartiennent à l'analyse de données et à la statistique classique alors que d'autres sont plus spécifiques au Data Mining comme les arbres de décision et les réseaux de neurones. La troisième partie a pour objectif de faire des études de cas sur SAS Enterprise Miner de manière à ce que l'étudiant puisse être opérationnel sur le terrain.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

UE3 : Techniques bancaires**ESTAR2309: Modèle de durée**

- 1. Prérequis :** Cours d'économétrie approfondie, connaissances de base en statistique non paramétrique.
- 2. Objectif général :** Ce cours a pour objectif la présentation des principales modélisations employées dans l'analyse des durées de réalisation d'un ou de plusieurs événements.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Maîtriser l'approche non paramétrique (estimateur de Kaplan-Meier, tables de survie et méthode actuarielle),
 - Maîtriser l'approche paramétrique et modèles à durée de vie accélérée, approche semi paramétrique avec le modèle à risques proportionnels de Cox.
 - Appliquer les principales procédures disponibles sous SAS.
- 4. Contenu :** Ce cours présente les principales modélisations employées dans l'analyse des durées de réalisation d'un ou de plusieurs événements : approche non paramétrique (estimateur de Kaplan-Meier, tables de survie et méthode actuarielle), approche paramétrique et modèles à durée de vie accélérée, approche semi paramétrique avec le modèle à risques proportionnels de Cox. Les applications mobilisent les principales procédures disponibles sous SAS : proc LIFETEST, SURVIVAL et PHREG.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAR2310 : Réglementation prudentielle bancaire

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général :** Ce corpus prudentiel a pour objet l'apprentissage de la protection des banques et vise le renforcement de la concurrence et la stabilité du système bancaire. Par ailleurs, la stabilité et la solidité des banques sont garanties par l'équilibre rentabilité/risque. La mesure de la rentabilité est nécessaire pour apprécier la situation du système bancaire et son respect aux contraintes prudentielles.
- 3. Objectifs spécifiques :**
 - Présentation de la gestion bancaire des principaux risques et réglementation prudentielle.
 - Maîtriser la genèse du risque de crédit et processus de gestion, la réglementation prudentiel Bâle I et Bale II, et les différents domaines d'application de Bale II
- 4. Contenu :**
 - Genèse du risque de crédit et processus de gestion
 - La réglementation prudentielle internationale
 - IMPACT DE LA REFORME BALE II SUR LES PME et cadre réglementaire burundais
 - La réglementation prudentielle et la performance du système bancaire burundais
 - La réglementation prudentielle, stabilité financière et développement économique au Burundi.
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
- 9. Bibliographie**

ESTAR2311 : Cours de partenariat SAS IML SAS/QR,SAS EG, Journées Risques et Fraudes

Prérequis : R, SAS

Objectif général : Maîtriser les concepts relationnel de la programmation SAS IML SAS/QR,SAS EG, SQL.

Objectifs spécifiques : Maîtriser le langage général de programmation, pouvoir établir les relations entre différents langages de programmation.

Contenu :

I Programming in the SAS/IML Language

Chapter 1. An Introduction to SAS/IML Software

Chapter 2. Getting Started with the SAS/IML Matrix Programming Language

Chapter 3. Programming Techniques for Data Analysis

Chapter 4. Calling SAS Procedures

II Programming in SAS/IML Studio

Chapter 5. IMLPlus: Programming in SAS/IML Studio

Chapter 6. Understanding IMLPlus Classes

Chapter 7. Creating Statistical Graphs

Chapter 8. Managing Data in IMLPlus

Chapter 9. Drawing on Graphs

Chapter 10. Marker Shapes, Colors, and Other Attributes of Data

III Applications

Chapter 11. Calling Functions in the R Language

Chapter 12. Regression Diagnostics

Chapter 13. Sampling and Simulation

Chapter 14. Bootstrap Methods

Chapter 15. Timing Computations and the Performance of Algorithms

Chapter 16. Interactive Techniques

Chapter 17. Programming SQL

Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

Bibliographie

UE4 : Méthodes économétriques

ESTAR2312 : Macro-econométrie avancée

ESTAR2313 : Économétrie avancée

ESTAR2314 : Micro-économétrie avancée

Semestre 4

UE5 : Finances

ESTAR2415 :Finance internationale

1. Prérequis :

2. Objectif général : Comprendre et maîtriser les instruments de gestion des risques (risque de change, risque de taux d'intérêt) et les méthodes de couverture de ces risques et Savoir utiliser à bon escient ces instruments de gestion des risques.

3. Objectifs spécifiques :

- Acquérir une bonne connaissance du fonctionnement du système monétaire international
- Faire comprendre le fonctionnement du marché des changes et les opérations sur le marché des changes
- Faire connaître les différents types de risques et les instruments de couverture
- Faire comprendre et maîtriser les moyens fondamentaux de la gestion financière internationale des entreprises

4. Contenu :

INTRODUCTION

l'internationalisation financière et les conséquences de la globalisation des marchés
les risques financiers à l'international

LE MARCHE DES CHANGES

le marché des changes: acteurs et fonctionnement

les taux de change: détermination des taux de change spot et forward

LA GESTION DES RISQUES DE CHANGE ET DE TAUX

Identification du risque de change

Les techniques de couverture interne : termillage, netting, ADE...

Les techniques de couverture externes : contrats à terme, swaps et options

La gestion du risque de taux d'intérêt

ANALYSE DU RISQUE PAYS

des défaillances financières au risque systémique

méthodologie pour une appréciation du risque pays

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAR2416 : Finance de marché

1. Prérequis : Gestion des Risques et Ingénierie Financière

2. Objectif général : l'acquisition des ressources financières au moindre coût ou le placement des ressources excédentaires pour de courtes ou de longues périodes en vue de tirer un gain.

3. Objectifs spécifiques : apporter en alliant théorie et pratique et les connaissances nécessaires pour mieux appréhender les phénomènes observés sur les marchés et dans la vie des entreprises.

4. Contenu : Marché obligataire et gestion actuarielle Allocation d'actifs et gestion de portefeuille Marchés des instruments à terme et des produits dérivés, Marchés financiers internationaux Analyse technique.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Actuariat, statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE6 : Théorie économique

ESTAR2417: Economie du travail et de l'emploi

1. Prérequis :

2. Objectif général : Analyse économique du marché du travail et des politiques de l'emploi à partir des principaux modèles théoriques et des études statistiques appliquées

3. Objectifs spécifiques :

- comprendre : les mécanismes commandant la situation de l'emploi et du chômage tant pour les entreprises que pour les salariés
- appréhender les enjeux actuels de l'évolution des conditions de travail et de recomposition professionnelle en liaison avec les restructurations des entreprises contemporaines
- analyser les politiques de l'emploi et leurs mécanismes
- savoir prendre en compte les contraintes économiques externes subies par l'entreprise en matière de recrutements et de gestion des compétences
- savoir intégrer les données du marché de l'emploi (local national voir mondial) dans la stratégie de l'entreprise.

4. Contenu :

La notion économique de travail

- Evolution historique
- Mise en perspective

Les principaux modèles théoriques de l'analyse du marché du travail

- Les modèles microéconomique standard et ses prolongements
- L'analyse économique de la relation salariale
- Macroéconomique du marché du travail

Les marchés contemporains du travail

- L'évolution du rôle des intermédiaires et des structures d'ajustement
- L'impact d'Internet
- La prise en compte de la mondialisation

Les politiques de l'emploi : logiques et efficacité

- Historique des politiques en France et en Europe
- Objectifs et justifications
- Sous-bassement théorique des politiques
- Impacts et analyse de l'efficacité des politiques

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAR2417 : Economie Industrielle et d'entreprise

1. Prérequis :

2. Objectif général : Ce cours en économie industrielle vise à donner une formation complète sur les concepts fondamentaux de ce domaine, laissant de côté l'économie des réseaux ainsi que les problèmes de régulation et d'économie des plateformes numérique.

3. Objectifs spécifiques :

- Fournir des outils de modélisation permettant d’appréhender le fonctionnement des marchés et des entreprises,
- présenter une introduction aux modèles d’économie industrielle les plus fréquemment utilisés.

4. Contenu :

Théorie de l’oligopole statique,
Théorie de l’oligopole dynamique,
Relations verticales,
Finance d’entreprise,
Théorie des enchères.

5. Méthodologie d’enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d’évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d’enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l’enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

ESTAR2419 : Analyse et modélisation des interactions économiques.

1. Prérequis :

2. Objectif général : Ce cours a pour objectif la Modélisation et Simulation Multi-Agents en économie

3. Objectifs spécifiques : cfr contenu

4. Contenu :

Modélisation et Simulation Multi-Agents en économie

Modèles économiques standards

Econométrie

Expérimentations

Approche ACE

Complexité des processus économiques

Retour sur la crise financière

Et les modèles économiques

Vers une finance comportementale

marché financier artificiel

Modèle ACE du ZI Trading

ZI Trading

Le marché du travail

Bouclage macroéconomique

etc.....

5. Méthodologie d’enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d’évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d’enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l’enseignant : PhD en économétrie.

9. Bibliographie

UE7 : Stage de recherche et mémoire

ESTAR2420 : Stage de Recherche

ESTAR2421 :Mémoire de recherche

III. Programme de Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation

III.1. Parcours Recherche opérationnelle

1. Description

Dans le monde d'aujourd'hui, l'abondance d'informations, de données et de connaissances qui peuvent être explorées, a réuni, à acquérir une meilleure compréhension des mécanismes sous-jacents afin d'être en mesure de prendre de meilleures décisions. La Recherche opérationnelle « RO » est donc la discipline jeune et moderne qui vise à réaliser cela, avec l'aide de l'état de l'art des techniques scientifiques et des logiciels. Le programme de master en recherche opérationnelle porte sur l'utilisation des mathématiques appliquées pour analyser les processus, les problèmes et les opérations afin de déterminer leur but et efficacité afin d'obtenir le niveau maximum d'efficacité.

L'ère de l'information a suscité une grande variété d'applications de la recherche opérationnelle dans des domaines clés de la société moderne, y compris l'économie, les télécommunications, la bio-informatique, l'ingénierie, la santé, les TIC, la logistique et industrie de transformation.

2. Objectif du programme

2.1 Objectif global

Le programme de Master en Recherche opérationnelle a pour objectif de former des experts en Recherche opérationnelle capable de modéliser et résoudre des problèmes industriels complexes et de mener des recherches fondamentales et appliquées dans cette discipline.

2.2. Objectifs spécifiques

2.2.1. Objectifs académiques

Le programme de Recherche opérationnelle vise à:

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales en recherche opérationnelle et en mathématiques appliquées;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes de la Recherche opérationnelle, tant sur le plan de la conception des algorithmes, l'implémentation et que sur le plan de l'analyse et l'interprétation scientifique des résultats et des données statistiques;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel ou scientifique.

2.2.3. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la prise de décision aux fins services publics et privés;
- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la recherche opérationnelle sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine de la recherche opérationnelle et de la théorie managériale.

2.2.4. Objectif de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectifs :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche tout au long de la vie; Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le domaine de la recherche opérationnelle ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme de recherche opérationnelle, les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des outils d'aide à la prise de décision dans les industries, l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à la recherche opérationnelle et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques appliquées et des sciences naturelles pertinentes à la recherche opérationnelle ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de la recherche opérationnelle sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans la prise de décision et le développement de logiciels de la recherche opérationnelle.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en recherche opérationnelle.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels mathématiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes statistiques nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en statistique appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- L'optimisation des fonctions continues et des problèmes de nature combinatoire en Entreprise IT concepts, planification de la production, la planification et la gestion de la chaîne d'approvisionnement ;
- La modélisation et la prise de décision en vertu aléatoire, par exemple, en théorie, faire la queue et de la simulation ;
- Signal et de l'image en mettant l'accent sur l'analyse en ondelettes et applications dans le domaine biomédical ;
- La bio-informatique et des réseaux de gènes: interaction des protéines, des arbres d'héritage de l'ADN et l'extraction de données pour les séquences de l'ADN ;
- Estimation et identification de modèles mathématiques et des modèles d'ajustement aux données ;
- Théorie des jeux dynamiques, jeux non-coopératifs et prise de décision stratégique avec des applications en évolution la théorie des jeux révolutionnaire et de la biologie ;
- Bases de la conception d'asservissement et de contrôle optimal, pour la stabilisation et de suivi d'un comportement souhaité ;
- Le calcul symbolique et calcul numérique exact, avec une attention à la vitesse, l'efficacité et l'utilisation de mémoire ;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels statistiques et de la recherche opérationnelle ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;

- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résument le mieux possible l'allure générale des données ;
- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Elaborer des hypothèses de recherche imprévue initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée ;
- Tester des hypothèses statistiques ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiances ou des estimateurs ponctuels.

c. *Compétences interpersonnelles*

Le diplômé doit être capable de:

- *Travailler efficacement dans une équipe;*
- *Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;*
- *Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en recherche opérationnelle.*

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Probabilité, Statistique et Modélisation, parcours Recherche Opérationnelle.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche-développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master en Recherche opérationnelle est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalents, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en mathématiques, en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin. Le programme de master en recherche opérationnelle est un programme de deux ans et conduit à le titre de Master of Science (M.Sc.). La recherche opérationnelle est la discipline concernée avec l'optimisation et la prise de décision, en utilisant des outils et des modèles de mathématiques appliquées.

7. Maquette

7.1. Master I Recherche Opérationnelle

UE et Cours	Code	VHP	CM	TD	TP	T G E	Crédits
Semestre 1							
UE1: Bases de la Recherche opérationnelle		120					8
Introduction à la recherche opérationnelles et applications	RSTA1101	30	20	10			2
Théorie des graphes et des réseaux	RSTA1102	45	25	10	10		3
Modélisation en recherche opérationnelle	RSTA1103	45	25	20			3
UE2: programmation mathématique		90					6
Programmation linéaire	RSTA1104	45	35	10			3
Programmation non linéaire	RSTA1105	45	30	15			3
Programmation en	RSTA1212	45	30		15		3

nombre entiers							
UE3: Analyse des signaux		120					8
Introduction au traitement du signal	RSTA1106	45	30	15	15		
Traitement des images	RSTA1107	45	30	15	15		3
UE4 : Méthodes numériques		120					8
Méthodes numériques en Optimisation	RSTA1108	45	25		20		3
Business Intelligence	RSTA1109	30	20		10		2
Décision stochastique	RSTA1110	45	30	15			3
Total Semestre 1		450					30
Semestre 2							
UE5: Modélisation et méthodes de résolution		105					7
Méthodes de résolution des Equations différentielles partielles	RSTA1111	45	30	15			3
Problèmes inverses	RSTA1112	30	20	10			2
Modélisation des systèmes physiques	RSTA1113	30	20	10			2
UE6: Analyse multicritère		90					9
Méthodes multicritères d'aide à la décision	RSTA1214	45	30	15			3
Applications de recherche opérationnelle	RSTA1215	45	30	15			3
Conception et Implémentation d'algorithmes de recherche opérationnelle	RSTA1216	45	20	10	15		3
UE7 : Théorie de l'optimisation		90					5
Optimisation combinatoire	RSTA1217	45	30	15			3
Optimisation stochastique	RSTA1218	30	20	5	5		2
UE 8 : Notion de projet		60					4
Méthodologie de recherche	RSTA1219	30	25	5			2
Projet de recherche 1	RSTA1220	30		30			2
UE 9 : Sécurité des données		75	20	10			5
Arithmétique des corps finis	RSTA1221	30	20	10			2
Cryptographie et sécurité Informatique	RSTA1222	45	30	15			3
Total semestre 2		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

7.2. Master II Recherche Opérationnelle

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE1 : Analyse et traitement de données		90					6
Analyses et techniques statistiques	RSTA2301	45	30	15			3
Traitement et classification de données	RSTA2302	45	35	10			3
UE2 : Théorie de l'Information et de la communication		150					10
Théorie de l'information	RSTA2303	60	45	15			4
Théorie des communications	RSTA2304	45	30	15			3
Téléphonie mobile	RSTA2305	45	30	15			3
UE3 : Systèmes dynamiques		120					7
Théorie des jeux dynamiques	RSTA2306	45	20	10	15		3
Contrôle optimale des systèmes dynamiques	RSTA2307	60	45	15			4
UE4 : Bio-Informatique et projets							7
Notions avancées de bio-informatique	RSTA2308	60	45	15			4
Projet de recherche 2	RSTA2309	45		45			3
Total semestre 3		450					30
Semestre 4							
UE5: Théorie avancée en recherche opérationnelle.		150					10
Programmation par contraintes	RSTA2410	45	30	15			3
Modèles de localisation et applications	RSTA2411	45	20	10	15		3
Recherche opérationnelle et données massives	RSTA2412	60	45	15			4
UE6 : Projet de recherche et stage		300					20
Stage	RSTA2413	150		150	0		10
Mémoire	RSTA2414	150		150	0		10
Total semestre 4		450					30
Total annuel		900					60

8. Descriptif des cours du Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation, Parcours recherche opérationnel

8.1. Master I, Parcours Recherche Opérationnelle.

UE1: Algorithme de la Recherche opérationnelle

RSTA1101. Introduction à la recherche opérationnelles et applications: 2 crédits 1. Prérequis :

2. Objectif général: l'objectif de ce cours est de donner les bases de recherche opérationnelle : la méthodologie, les problèmes et les modèles typiques, les principales techniques de résolution.

3. Objectifs spécifiques: Un étudiant maîtrisant les exercices de ce cours sera capable de proposer une modélisation de nombreux problèmes de recherche opérationnelle rencontrée dans l'industrie

proposer des approches de résolution

Discuter les qualités respectives

4. Contenu:

Quelques exemples de modèles mathématiques

Optimisation: optima locaux et globaux; optima stricts, optima isolés

Conditions d'optimalités: point stationnaire, optimum

Algorithme de descente

Algorithmes d'approximation polynomiales

Vitesse de convergence d'algorithmes itératifs

Algorithme combiné

Quelques problèmes et applications de la recherche opérationnelle (sac de campeurs, voyageur de commerce, etc)

Notion d'heuristiques

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle

9. Bibliographie:

-Hamdy A. Taha, Operations Research, an introduction, Prentice-Hall

-Marc Pirlot, Métaheuristiques pour l'optimisation combinatoire :

RSTA1102 :Théorie des graphes et des réseaux : Théorie, Algorithmes et Applications 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Modélisation des systèmes par des graphes, résolution mathématique et algorithmes de problèmes de graphes

3. Objectifs spécifiques:

Connaître les grands problèmes de graphes, leur résolution et leurs domaines d'applications.

Savoir utiliser un logiciel de traitement de graphes

4. Contenu:

Chemins , Arbres et Cycles

Design d'algorithme et analyse

Plus court chemin: Algorithmes d'étiquetage, Algorithmes de correction d'étiquettes

Flots Maximum: idées de base, Algorithmes polynomiaux, autres.

Flots de coût minimum: Algorithmes de bases et algorithmes polynomiaux

Flots de coûts minimum Cost Flows: Algorithme simplex de réseaux

Affectations et couplage

Arbres de recouvrement minimum

Flots à coûts convex, Flots generalises

Relaxation lagrangienne et optimisation de réseau

Flots multicommodités

Test computationnel des algorithmes

Applications: réseaux

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Mathématiques appliquées

9. Bibliographie

Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications. By Ravindra K.

Ahuja Thomas L. Magnanti and James B. Orlin Errors

RSTA1103: Modélisation en recherche opérationnelle 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Donner aux étudiants plusieurs cas de modélisations de situations en vue de leur traitement par les méthodes de la recherche opérationnelle. Ce cours peut être basé sur différents articles et doit toucher différents domaines d'applications de la recherche opérationnelle.

3. Objectifs spécifiques: cfr contenu du cours

4. Contenu: Modélisation de situations pratiques en vue de leur traitement par les méthodes de la recherche opérationnelle. Étude de cas: gestion de ressources, gestion de projet, planification de la production, localisation d'usines et d'entrepôts, réseau de distribution. Confection de tournées de véhicules et établissement d'horaires de cours, de personnels et de production. Gestion en temps réel de la production en ateliers traditionnels et robotisés. Localisation et gestion des équipements hydro-électriques. Exemples pratiques sur ordinateur.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

UE2: Outils de programmation Moderne I

RSTA1104 : Programmation mathématiques I 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Maîtriser les algorithmes avancés de programmation linéaire et autres techniques de programmation.

3. Objectifs spécifiques: maîtriser les techniques de programmation mathématique et savoir les utiliser pour construire des modèles d'optimisation appliqués à l'analyse de questions de recherche opérationnelle.

4. Contenu:

Programmation Linéaire

1. Formulation du problème

2. Solutions de base réalisable

3. Méthode du Simplexe

4. Dualité en programmation linéaire
 5. Dégénérescence: Exemple de cyclage dans l'algorithme du simplexe, règles d'anti-cyclage, convergence finie de l'algorithme
 6. Implantation numérique de l'algorithme du simplexe (Utilisation de la décomposition LU, Utilisation de la décomposition QR)
 7. Comment obtenir la première solution de base réalisable
 8. Méthodes de points intérieurs: Algorithme de Karmarkar et développements
 9. Problèmes de grande taille
 10. Extensions et références
- Optimisation locale de fonctions différentiables sans contraintes
1. formulation du problème
 2. Condition d'optimalité
 3. Déduction d'une classe d'algorithmes itératifs (recherche de points stationnaires, conditions pour la convergence, recherche de minima locaux faibles)
 4. Méthodes de descente pour les systèmes d'équations
 5. Itération de Newton modifiée pour l'optimisation
 6. Fonctions objectif quadratiques (Décomposition de Choleski, Algorithme du gradient conjugué)
 7. Implantation de la direction de Newton modifié
 9. Implantation d'un pas admissible (Interpolation polynômiale avec garde-fous)
 10. Extensions et références
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :**
- 9. Bibliographie :** Logiciels CPLEX, Scilab

RSTA1105: Programmation mathématiques II 3 crédits

- 1. Prérequis :**
- 2. Objectif général:** Maîtriser les algorithmes avancés de programmation linéaire et autres techniques de programmation.
- 3. Objectifs spécifiques:** Maîtriser :
 - La Programmation non linéaire
 - L'optimisation différentiable avec contraintes linéaires
 - L'optimisation différentiable avec contraintes d'égalité
 - L'optimisation différentiable avec contraintes d'inégalité
 - La programmation structurée
- 4. Contenu:**
 - Programmation non linéaire
 - Optimisation différentiable avec contraintes linéaires
 - Conditions d'Optimalité pour les points stationnaires
 - Conditions de Karush-Kun-Tucker
 - Algorithmes inspirés de la programmation linéaire
 - Algorithme de Frank&Wolfe
 - Algorithme du gradient réduit
 - Problèmes de complémentarité linéaire
 - Algorithmes de projections
 - Algorithmes de contraintes actives
 - Extensions et références
 - Optimisation différentiable avec contraintes d'égalité

Conditions d'optimalité (1^{er} ordre et 2^e ordre)
 Construction d'algorithmes de pénalité
 Implantation de la pénalisation
 Élimination du mauvais conditionnement
 Convergence locale super linéaire
 Lagrangiens et pénalité augmenté
 Extensions et références
 Optimisation différentiable avec contraintes d'inégalité
 Conditions d'optimalité
 Algorithmes de pénalités
 Pénalités et Lagrangiens augmentés
 Extensions et références
 Optimisation différentiable avec contraintes d'inégalité
 Conditions d'optimalité
 Algorithmes de pénalités
 Pénalités et Lagrangiens augmentés
 Programmation structurée
 Restriction et génération de colonnes: Décomposition de Dantzig-Wolfe
 Relaxation et génération de contraintes: Décomposition de benders

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

UE3: Analyse des signaux

RSTA1106: Traitement du signal 4 crédits

1. Prérequis : Algèbre linéaire et analyse fonctionnelle élémentaires : nombres complexes, analyse de fonctions, calcul intégral, calcul d'une somme des termes d'une suite, calcul vectoriel. Notions élémentaires de programmation.

2. Objectif général: L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques élémentaires pour décrire et représenter les signaux, comprendre le principe et les limites des méthodes de traitement et enfin mettre en œuvre des méthodes de traitement simples

3. Objectifs spécifiques: A la fin du cours, l'étudiant sera capable de connaître les outils et notions de base du traitement du signal:représenter les signaux usuels, rappeler les principales classes de signaux, calculer le produit de convolution de deux signaux, identifier les problèmes pouvant s'écrire avec un produit de convolution, . . . effectuer l'interprétation géométrique d'un signal : calculer la norme, identifier des signaux orthogonaux, décomposer un signal sur une base, . représenter et analyser le contenu fréquentiel d'un signal à l'aide de la transformée de Fourier (SF, TF, TFD), utiliser les propriétés de la transformée de Fourier et la dualité temps-fréquence pour interpréter un spectre, repérer les caractéristiques spectrales significatives d'un signal, . . .

énumérer les étapes de la numérisation et de la reconstruction d'un signal, rappeler le théorème de l'échantillonnage et choisir une fréquence d'échantillonnage, identifier et expliquer l'effet de repliement spectral, effectuer la quantification d'un signal de manière graphique ou numérique

4. Contenu: Définition du signal, signaux déterministes, Principaux signaux, signaux aléatoires, Série de Fourier, intégrales et transformée de Fourier, convolution, transformée de Laplace, Propriétés énergétiques, corrélation et densité spectrale, propriétés spectrales, signaux aléatoire,

numérisation des signaux, systèmes de transmission et filtres, filtres analogiques, Filtres numériques.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

RSTA1107 : Traitement d'images 4 crédits

1. Prérequis : Connaissances mathématiques (Algèbre linéaire, dérivation et intégrales, théories des ensembles). Connaissances informatiques (bases de programmation -C++)

2. Objectif général: Ce cours permettra à l'étudiant d'avoir une bonne vue d'ensemble des problématiques de l'image numérique, de savoir faire des traitements élémentaires et d'avoir une idée des enjeux actuels sur le domaine

3. Objectifs spécifiques:

avoir une bonne vue d'ensemble des problématiques de l'image numérique

savoir faire des traitements élémentaires

avoir une idée des enjeux actuels sur le domaine

4. Contenu:

Définitions des images numériques (attributs et applications), manipulation et stockage

transformations géométriques et colorimétriques

histogrammes et Look-up Tables

Filtres de convolution

transformée de Fourier

codage et compression

opérateur morphologiques

Méthodes classiques de lissage et de réparation, compactage, éléments finis

quelques outils non linéaires de réparation, Segmentation d'objets, vision tridimensionnel,

reconstruction d'objets 3D

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

UE4 : Méthodes numériques

RSTA1108 : Méthodes numériques en Optimisation 3 crédits

Prérequis : Des connaissances solides en Analyse (premier cycle +1 ère année), Analyse numérique et Algèbre linéaire. Avoir suivi un cours de recherche opérationnelle

Objectif général: Ce cours est une introduction des fondements mathématiques et algorithmiques de l'optimisation continue. L'objectif est de se familiariser avec ces notions en manipulant les résultats mathématiques de base en cours/TD et les algorithmes et les solveurs, en TP. Toutes les notions introduites sont illustrées sur des exemples issus d'applications pratiques.

Objectifs spécifiques:

Présentation des méthodes numériques pour résoudre problèmes d'optimisation différentiables et sans contraintes: Situation "simple" mais suffisamment riche pour :

introduire les idées générales de l'optimisation numérique les différents composants des algorithmes mêmes idées et les mêmes briques de base en :

optimisation avec contraintes

optimisation non-différentiable

présenter des algorithmes efficaces utilisés en pratique

focus sur les problèmes où l'objectif est une "boîte noire".

Contenu : Introduction à l'optimisation, classification des problèmes, exemples en finance, en météo, en apprentissage automatique. Classes particulières de problèmes : optimisation quadratique, optimisation conique. Résultats théoriques : rôle de la convexité et de la compacité, conditions d'optimalité, théorème de Karush–Kuhn–Tucker (KKT). Algorithmes pour les problèmes différentiables sans contraintes : méthode de descente, recherche linéaire, méthode de Newton et quasi-Newton. Algorithmes pour les problèmes non-différentiables : dualité lagrangienne, méthodes de faisceaux, illustration avec la gestion de la production électrique. Algorithmes pour les problèmes différentiables avec contraintes : pénalisations (interne ou externe), méthodes SQP. Optimisation multi objectives.

Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant : PhD en Recherche Opérationnelle, mathématiques appliquées.

Bibliographie

RSTA1109 : Business Intelligence (Informatique décisionnelle)2 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Maîtriser les techniques émergentes de l'informatique décisionnelle.

3. Objectifs spécifiques:

Maîtriser les techniques de base et fondamentaux de l'Informatique Décisionnelle

Maîtriser la conversion des SI opérationnels en SI décisionnels

4. Contenu:

Contexte économique

: Mondialisation de l'économie, ouverture de nouveaux marchés

Concurrence toujours plus accrue

Besoin d' informations pour prises de décisions de plus en plus rapides

Contexte informationnel Décentralisation des données vers les utilisateurs

Difficulté d'accès à l'information qui est en trop grande quantité

Un enjeu stratégique d'entreprise

Les informations, une source de revenu et de compétitivité

Contexte informatique :

Puissance de calcul croissante

Capacité de stockage croissante

Bases de données de plus en plus importantes

SGBD de plus en plus performants (parallélisme, ...)

Ouverture sur le Web

Le pilotage d'une entreprise dépend de ses objectifs stratégiques

Ce pilotage doit prendre en considération

Une organisation de plus en plus orientée clients

Des cycles conception/fabrication de plus en plus courts

De nouveaux canaux de distribution notamment les ventes en ligne sur le Web

L'exigence d'internationalisation dans ce contexte l'entreprise se doit d'anticiper les besoins des clients de contrôler l'intégrité et la qualité des flux de gestion d'évaluer la performance des différentes entités la composant

Outils d'analyse

pour constituer et mettre à jour à partir de diverses sources des réservoirs de grande quantités de données historisées et multidimensionnelles pour extraire selon divers critères des sous ensembles de données de tels réservoirs pour analyser ces données selon différents axes (OLAP), d'identifier des tendances, des corrélations, faire de la prévision (Data Mining) Outils de veille stratégique, de recherche d'information (RI) issus de « l'intelligence économique» (Competitive Intelligence), ces outils ont pour finalité de recueillir des informations sur le marché et la concurrence collecter sur le Web d'importante quantité de données, les filtrer et en extraire les informations pertinentes (Web Mining) pour les analyser ensuite

=> Outils relevant de l'Informatique Décisionnelle (ID) ou Business Intelligence (BI)

L'Informatique Décisionnelle (ID), en anglais Business Intelligence (BI), est l'informatique à l'usage des décideurs et des dirigeants des entreprises

Les systèmes de ID/BI sont utilisés par les décideurs pour obtenir une connaissance approfondie de l'entreprise et de définir et de soutenir leurs stratégies d'affaires, par exemple : d'acquérir un avantage concurrentiel, d'améliorer la performance de l'entreprise, de répondre plus rapidement aux changements, d'augmenter la rentabilité, et d'une façon générale la création de valeur ajoutée de l'entreprise.

1) Raison sociale, statut juridique et actionnariat

2) Activité

3) Les solutions commercialisées par IDsoft

4) La solution IDimmo

5) Organigramme de l'entreprise

II) PRESENTATION DU PROJET

1) La solution IDimmo

2) Commercialisation en mode SaaS

3) IDimmo et Business Intelligence

a) La BI : définition et apport à l'entreprise

b) Le datawarehouse

c) SQL Server Integration Services (SSIS)

d) SQL Server Analysis Services (SSAS)

e) SQL Server Reporting Services (SSRS)

4) L'architecture d'IDimmo

III) REALISATION DU PROJET

1) Organisation et Outils

a) Gestion du projet

b) Les outils utilisés

2) Mes missions

a) Définition du design des rapports

b) Création des datasets

c) Création des rapports

d) Alimentation des données dans le paquet SSIS

3) Résultat

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en informatique décisionnelle.

9. Bibliographie:

RSTA1110: Décision stochastique 3 crédits

1. Prerequis :

2. Objectif général: Maîtriser la résolution des problèmes de décision traités communément appelés problèmes de décision séquentielle dans l'incertain.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser :

Les processus Décisionnels **Décision stochastique** de Markov

Les jeux stochastiques

La manipulation de micro-objets

Les criteres non classiques

4. Contenu:

Processus Décisionnels **Décision stochastique** de Markov

Apprentissage par renforcement

PDM partiellement observables

Une introduction aux jeux stochastiques

Critères non classiques

Apprentissage en ligne de la manipulation de micro-objets

Conservation de la biodiversité

DEC-MDP/POMDP

Représentations factorisées

Approches de résolution en ligne

Programmation dynamique avec approximation

Méthodes de gradient

Hélicoptère autonome

Robotique mobile

Planification d'opérations

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Statistique et Informatique décisionnelle, Mathématiques appliquées, Recherche opérationnelle.

9. Bibliographie:**Semestre 2****UE5: Outils de programmation Moderne II**

RSTA1211 : Conception et Implémentation d'algorithmes de recherche opérationnelle 3 crédits

1. Prerequis :

Objectif général: Mettre en place un outil ouvert qui permet l'implantation d'une collection d'algorithmes et élaborer des machines numériques, des algorithmes, qui évoluent et apprennent à partir d'exemple.

Objectifs spécifiques:

servir l'utilisateur et le programmeur.

Le noyau de cet outil est en fait un meta-modèle pour décrire les graphes et les méthodes de base pour les manipuler

4. Contenu:

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

RSTA1212 : Programmation en entiers 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général:

Maitriser la résolution des problème d'ordonnancement cyclique d'instructions, Parallélisme d'instructions, Architectures VLIW : ST200 de STMicroelectronics dans les industries.

3. Objectifs spécifiques:

Proposer un ordonnancement des instructions pour terminer le programme en un temps minimal.

Optimiser l'exécution des boucles : pipeline logiciel.

Maitriser la programmation des problèmes d'ordonnancement cyclique : ordonnancement modulo

4. Contenu:

Définition du problème RCMSP

Programmation linéaire en nombres entiers

Décomposition de Dantzig-Wolfe

Relaxation Lagrangienne

Méthode hybride

Conclusion et perspectives

Modélisation de problèmes classiques

methodes d'enumeration implicite (branch-and-bound) : arbre d'enumeration, strategie

d'exploration, regles de branchements

Theorie polyedrale : inegalites valides, dimension, faces et facettes

Uni modularite. Methodes des plans coupants. Coupes de Chvatal-Gomory et de Gomory

Algorithmes de separation specialises

Decomposition de Dantzig-Wolfe et génération de colonnes. Relaxation lagrangienne

Décomposition de Benders. Étude détaillée des problèmes de sac à dos et du commis voyageur

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle et applications.

9. Bibliographie :

UE6: Méthodes numériques en optimisation

RSTA1213: Méthodes multicritères d'aide à la décision 3 crédits

1. Prérequis : Informatique

2. Objectif général: Présenter des notions de recherche opérationnelle et d'aide à la décision indispensables pour de futurs ingénieurs, décideurs, responsables de projets.

3. Objectifs spécifiques: Aptitude à modéliser des problèmes issus de l'Entreprise. Assimilation de méthodes et d'algorithmes fondamentaux en recherche opérationnelle et aide à la décision (en particulier pour l'optimisation de programmes linéaires).

Notions de fiabilité et de sûreté de fonctionnement indispensables à l'Ingénieur

4. Contenu:

Graphes et ordonancements en gestion des projets (Rappels des concepts élémentaires de théorie des graphes. Problème du chemin de valeur optimale entre deux sommets. Ordonnancement de projets : méthodes PERT et MPM (chemin critique, marges). Traitement des contraintes cumulatives (budget).)

Programmation linéaire et applications (Généralités : origine, domaines d'application, pertinence. Introduction géométrique puis algébrique à l'algorithme du simplexe.

Problème de la base initiale. Dualité. Analyse en sensibilité (paramétrages).)

Analyse multicritère (Méthodologie : modélisation d'un problème de décision ; concept de critères, approches monocritère et multicritère. Méthodes de surclassement : méthodes ELECTRE, "Goal-programming" et liens avec la programmation linéaire)

Éléments de théorie des files et d'attente et de sûreté de fonctionnement (

Loi de Poisson, loi exponentielle. Processus de MARKOV : processus de naissance et de mort.

Présentation des files d'attente, classification de Kendall, File d'attente M/M/1 et applications.)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle et applications.

9. Bibliographie:

RSTA1214 : Applications de recherche opérationnelle 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général:

Maîtriser les ingrédients principaux

– Alternatives (variables, inconnues du problème).

– Restrictions (contraintes).

- Fonction objectif à optimiser (minimiser ou maximiser)

3. Objectifs spécifiques:

Maîtriser l'optimisation combinatoire

Savoir appliquer toutes les méthodes de programmation en recherche opérationnelle

4. Contenu:

Introduction à la recherche opérationnelle : quelques exemples de modèles mathématiques, Tour d'horizon des techniques de recherche opérationnelle

Applications de la programmation linéaire : Définition, exemples et méthode de résolution, Dualité, solveurs et langages de modélisation

Programmation en nombres entiers et optimisation combinatoire : Définitions et exemples, Complexité des problèmes et efficacité des algorithmes, Problèmes polynomiaux, Méthodes de Branch-and-Bound, Méthodes heuristiques

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en recherche opérationnelle, mathématiques appliquées

9. Bibliographie:

Hamdy A. Taha, Operations Research, an introduction, Prentice-Hall

– Marc Pirlot, Métaheuristiques pour l'optimisation combinatoire

: un aperçu général, Chapitre 1, dans "Optimisation approchée en recherche opérationnelle", sous la direction de Jacques Teghem et Marc Pirlot, Hermes Science.

UE7 : Théorie de l'optimisation

RSTA1215: Optimisation combinatoire 3 crédits**1. Prérequis :**

2. Objectif général: Savoir un problème d'optimisation et comment concevoir et implémenter des heuristiques pour résoudre des problèmes difficiles.

3. Objectifs spécifiques: À l'issue de ce cours, l'étudiant devra être capables de :
 connaître la différence entre "heuristique" et "méta-heuristique"
 comprendre la classification générale des méthodes d'optimisation combinatoire et les concepts sous-jacents
 décrire le fonctionnement des méthodes classiques
 modéliser un problème et lui appliquer une méthode d'optimisation
 Avec un peu plus de temps et de pratique :
 évaluer et comparer plusieurs méthodes d'optimisation sur un problème donné
 combiner différentes méthodes de manière performante

4. Contenu:

Notations asymptotiques: ordres de complexité, bornes inférieures et supérieures sur le temps de calcul.

Réductions et transformations de problèmes: réductions linéaire et polynomiales.

Théorie de la NP-complétude: classes P, NP, NP-complet et NP-dur.

Paradigmes de résolution: algorithmes constructifs, méthode de trajectoire, méthodes évolutives.

Techniques de résolution: recuit simulé, recherche tabou, recherche à voisinage variable, algorithmes, génétiques, méthode à mémoire adaptative, etc.

Algorithmes d'approximation : approximation absolue ou relative, schémas d'approximation.

Matroïdes : algorithme glouton, intersection de deux matroïdes

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

RSTA1216: Optimisation stochastique 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Le but de ce cours est de proposer un cadre de réflexion et des algorithmes numériques permettant d'étendre au cas stochastique la méthodologie de l'optimisation déjà étudiée dans le cadre convexe déterministe.

3. Objectifs spécifiques:

Maîtriser les problèmes d'optimisation stochastique en boucle ouverte,

Étudier de manière approfondie la méthode du gradient stochastique et ses variantes,

Maîtriser les problèmes en boucle fermée

Étudier l'importance de la structure d'information dans ce type de problème, et les difficultés liées à la discrétisation de ces problèmes.

4. Contenu:

Notions de risque.

Programmation dynamique déterministe et stochastique : programmation dynamique incrémentielle, programmation dynamique avec scénarios, programmation dynamique duale, méthodes d'approximations successives, méthodes d'interpolation et d'agrégation. Filtre de Kalman. Solutions de problèmes linéaires, quadratiques et gaussiens. Processus décisionnel markovien. Programmation linéaire stochastique. Programmation stochastique avec recours.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

UE 8 : Notion de projet
RSTA1217: Projet I 2 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Permettre à l'étudiant ou à l'étudiante d'appliquer et d'approfondir ses connaissances soit par l'exécution de travaux pratiques d'enseignement ou de recherche, soit par l'étude d'un sujet théorique.

3. Objectifs spécifiques:

4. Contenu:

1. Plan du projet de recherche
 - 1.1 Première partie: présentation générale
 - 1.1.1 Délimitation du sujet
 - 1.1.2 Problématique(s)
 - 1.1.3 Champs scientifiques
 - 1.1.4 Méthode et hypothèses
 - 1.1.5 Plan éventuel
 - 1.2 Deuxième partie: état des sources et de la bibliographie
 - 1.2.1 Sources
 - 1.2.2 Bibliographie
 - 1.2.3 Difficultés et projets
 - 1.3 Plan ou essai?
2. Mise en forme du projet de recherche
 - 2.1 Conseils d'anciens

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

RSTA1218: Projet II 3 crédits

1. Prérequis : Projet I

2. Objectif général:

3. Objectifs spécifiques:

4. Contenu: Réalisation d'un projet de recherche à caractère scientifique comprenant un travail pratique en laboratoire. Le projet doit être en relation avec la science et la technologie des aliments et faire suite au sujet traité dans le cours Projet I. À la fin du semestre, l'étudiant rédige un rapport sous forme d'article scientifique sur le travail effectué.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : Phd en Recherche opérationnelle ou Mathématiques appliquée

9. Bibliographie :

UE 9 : Sécurité des données

RSTA1219: Arithmétique des Corps finis: 3 CREDITS

L'objectif : Maîtriser les outils Généraux pour implanter l'arithmétique dans les extensions de corps finis.

Contenu :

Introduction générale
 Inversion dans F_q^n et algorithmes d'inversion
 Multiplication dans F_q^{ne} et algorithmes de multiplication
 Base Polynômiale et algorithmes
 Corps binaire et algorithmes
 Corps de caractéristique arbitraire
 Bases normales optimales
 Base normale optimale de type I
 Base normale optimale de type II
 Base duale et AOP

Méthodologie d'enseignement: cours magistral, travaux dirigés et Travaux pratiques sur ordinateur

Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratiques.

RSTA1220 : Cryptographie et sécurité Informatique 4 crédits (cfr pgme FSI)

1. Prerequis : Arithmétique des corps fini

2. Objectif global : Ce cours a pour objectif d'introduire les différents services de sécurité et les mécanismes cryptographiques permettant de les réaliser tel que les notions de confidentialité et chiffrement, contrôle d'intégrité, authentification, signature digitale et non-répudiation, l'importante notion de certificats numériques et d'infrastructures à clés publiques et privés.

3.Objectifs spécifiques

Se sensibiliser aux risques liés aux attaques sur les systèmes d'information.

Se familiariser avec les concepts de la sécurité informatique.

Connaître les différents services de sécurité.

Savoir utiliser des mécanismes cryptographiques pour garantir différents services de sécurité.

Analyser un protocole cryptographique

4.Contenu :

Motivation .

Différents modèles de sécurité .

Introduction à la cryptographie

Vocabulaire de base .

Notations .

Principe de Kerckhoff .

La publication des algorithmes .

Les principaux concepts cryptographiques .

2. La cryptographie classique

Substitution monoalphabétique .

Chiffrement polygraphique .

Substitutions polyalphabétiques .

Transpositions .

Machines à rotor .

Ressources supplémentaires .

3. Compléments mathématiques

Théorie de Shannon - Entropie .

Complexité en temps et en espace .

Autres concepts utiles .

Ressources supplémentaires .

4. Le chiffrement par blocs

Introduction .
 Les structures de Feistel .
 D.E.S. - Data Encryption Standard .
 Faiblesses du D.E.S. et évolutions .
 A.E.S. - Advanced Encryption Standard .
 Modes de chiffrement symétrique .
 Références supplémentaires .

5. Chiffrement de flux

Les LFSR classiques .
 Utilisation moderne des LFSR .
 RC4 .
 Comparaisons des chiffrements par blocs et par flots .
 Ressources supplémentaires .

6. Le chiffrement par clé publique

Concept .
 Merkle-Hellman .
 RSA : Rivest - Shamir - Adleman .
 El Gamal .
 L'utilisation des courbes elliptiques .
 Comparaisons .
 Ressources supplémentaires .

7. Authentification et intégrité

Par chiffrement du message .
 Fonctions de hachage .
 MAC - Message Authentication Code .
 Signatures digitales .
 Le Zero-Knowledge .
 Ressources supplémentaires .

8. Algorithmes pour l'authentification et l'intégrité

MD5 .
 SHA-1
 Algorithmes pour les MAC .
 Algorithmes de signatures .
 Algorithme ZK .

9. La gestion des clés

Distribution des clés . .
 Echange des clés - Diffie Hellman .
 Ressources supplémentaires .

10. IPSEC

Présentation .
 Architecture .
 Les modes d'IPSec .
 SPD et SA .
 AH - Authentication Header .
 ESP - Encapsulation Security Payload .
 Gestion des clés .
 Ressources supplémentaires .

11. Protocoles d'authentification

Authentification mutuelle .

Authentification par passage unique .

Kerberos .

Secure Socket Layer .

12. Les architectures de paiement électronique

Le SET .

3D-Secure .

Autres solutions .

13. PGP

Principes .

Format d'un message .

Clés cryptographiques et anneaux de clés .

Ressources supplémentaires .

14. S/Mime

SMTP .

MIME .

S/MIME .

15. Le monde quantique

Le calculateur quantique .

La cryptographie quantique .

Conclusions .

16. La cryptanalyse

Les 4 attaques cryptanalytiques .

Quelques autres techniques .

Attaquer les fonctions de hachage .

Les attaques par canaux auxiliaires .

En guise de conclusion

17. Gestion des accès

Modèle de Lampson .

Méthodes d'accès aux données .

La problématique des mots de passe .

Sécurité logicielle

Introduction .

Virus, Vers et dérivés .

Les systèmes de protection .

La notion de Vulnérabilité .

Ressources supplémentaires .

18. La sécurité en entreprise

La notion de risque .

La destruction des données .

19. La biométrie

Fonctionnement .

Mode de fonctionnement .

Mesures des performances .

Moyens biométriques physiques .

Moyens biométriques comportementaux .

Moyens biométriques expérimentaux .

La biométrie multimodale .

Avantages, inconvénients et conclusions .

Ressources supplémentaires .

20. La Stéganographie

Définition .
 La stéganographie dans l'Histoire .
 Principes .
 Les types de support .
 La stéganalyse .
 Les Anamorphoses .
 Ressources supplémentaires .
 Conclusions
 Annexe 1 : Rappels mathématiques
 Entropie .
 Distance d'unicité .
 Arithmétique modulaire .
 Algorithme d'Euclide .
 Annexe 2 : Concours AES
 Rijndael - Daemen, Rijmen .
 Serpent - Anderson, Biham, Knudsen .
 Twofish - Schneier, Wagner .
 Annexe 3 : Sécurité logicielle
 Intrusions .
 Les firewalls

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en Sciences Informatiques et applications, Mathématique appliquées.

9. Bibliographie :

8.2. Master II, Parcours Recherche Opérationnelle

Semestre 3

UE1 : Analyse statistique

RSTA2301 : Analyses et techniques statistiques 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Maîtriser les méthodes d'analyse statistique avancée ainsi que les techniques statistiques,

3. Objectifs spécifiques:

Mesurer les variables statistiques

Maîtriser les méthodes d'analyse statistique en composantes principales

4. Contenu:

Introduction aux échantillons – Types

Mesures de la tendance centrale (Moyenne, Médiane, Mode)

Dispersion – Écart type, Quartiles, Skewness, Kurtosis

Analyse de corrélation – Pearson, Corrélation bi-variée, Coefficient de Détermination

Analyse en composantes principales, Scree Plot, Analyse de facteurs, Rotation de facteur, Statistique

KMO, Test de sphéricité de Bartlett

Introduction à la régression, Types – Univariée, Bivariée, Qualitative, représentation géométrique

Goodness of fit , F-test, t-test, R, Adjusted R

Autocorrélation – ACF & PACF

Multi collinearité, Test de Durbin-Watson
Time Series Regression – Stationarity, Random Walk Models, AR(p)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en statistique et applications

9. Bibliographie :

RSTA2302 : Traitement et classification de données 3 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général:

3. Objectifs spécifiques:

Étudier des méthodes descriptives (analyse en composantes principales, analyse des correspondances dont analyse homogène et la classification automatique) dans le cadre des données incomplètes.

Maîtriser des problèmes de fusion de fichiers et analyses homogène.

4. Contenu:

Traitement de données

Pourquoi pré-traiter les données?

Étapes de pré-traitement de données

Nettoyage de données

Intégration et transformation de données

Réduction de données

Apprentissage supervisé

Définition

Étapes d'apprentissage supervisé

Arbre de décision

Classification bayésienne naïve

Classification par utilisation de la règle SI ALORS SINON

Voisinage K-proche

Apprentissage non supervisé

Apprentissage supervisé Vs non supervisé

Analyse par recouvrement

Types de données en analyse par recouvrement

Méthodes de catégorisation des recouvrements majeurs

Méthodes de partitionnement

Méthodes hiérarchiques

Méthodes basées sur la densité

Cartes d'auto organisation

Analyse par 'outlier'

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie :

UE2 : Théorie de l'Information et de la communication

RSTA2303: THEORIE DE L'INFORMATION : 3 CREDITS

Objectifs :

A l'issue de ce cours, l'étudiant devra être à mesure de distinguer et d'utiliser à bon escient les notions de base de la théorie de l'information : source d'information, codage et décodage de l'information (à l'entrée/ sortie de la source et du canal), quantité d'information, l'entropie de l'information, capacité de canal de transmission.

Contenu : Le cours est basé sur le modèle défini par Claude Elwood Shannon et permet de représenter l'information afin de la sauvegarder ou l'échanger. Des Travaux sur les algorithmes de compression de l'information.

Méthodologie d'enseignement : cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateurs.

Méthodologie d'évaluation : Examen écrit et projet de fin de module

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant : PhD en sciences informatiques

9. Bibliographie :

RSTA2304 : Théorie des communications 3 crédits

Objectif : Maîtriser le fonctionnement des protocoles de la couche application, de la couche transport, de la couche réseau et de routage statique et dynamique.

Objectifs spécifiques :

Maîtriser les protocoles de communications

Maîtriser la configuration des VLAN

Maîtriser les méthodes désagrégation des VLAN

Contenu :

Introduction aux protocoles de communications réseaux ;

Protocole de la couche application ;

Protocole de la couche transport ;

Protocole de la couche réseaux et liaison de données.

Création de VLAN

VLANs statiques

VLANs dynamiques

Routage IP

Routage statique

Routage dynamique

Routage par classe et Routage hors classe

Agrégation de VLAN : protocole VTP

Protocole VLAN Trunking Protocol

Méthodes d'agrégations de VLAN

Configuration d'une agrégation de VLAN

Méthodologie d'enseignement : cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateurs.

Méthodologie d'évaluation : Examen écrit et projet de fin de module

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant :

Bibliographie :

RSTA2305: Téléphonie mobile 4 crédits

Objectif : L'étudiant doit être capable de décrire le fonctionnement et comparer les caractéristiques des différents systèmes et réseaux mobiles. des objectifs spécifiques : Pour chaque réseau, l'étudiant sera capable de donner l'architecture générale et de préciser les modulations utilisées de préciser les principales caractéristiques de chaque type de réseau (2G, 3G, 4G et WIMAX)

Contenu : Architecture et fonctionnement du GSM,GPRS, EDGE et UMTS

Les performances pour chaque génération de téléphonie mobile.

Méthodologie d'enseignement : cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateur.

Méthodologie d'évaluation : Examen écrite et pratique sur ordinateur ou projet de fin de module.

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant : PhD en informatique ou Mathématique appliquée

Bibliographie :

UE3 : Systèmes dynamiques**RSTA2306 : Théorie des jeux dynamiques 3 crédits****1. Prérequis :****2. Objectif général:**

Maîtriser la Représentation sous forme extensive d'un jeu dynamique et le Rôle de l'information, parfaite ou imparfaite selon que les joueurs observent ce qui s'est passé dans le jeu jusqu'à leur tour.

3. Objectifs spécifiques: Maîtriser

La théorie des jeux

Les règles (les stratégies),

Les résultats possibles et,

Les fonctions de paiement.

Crédibilité : l'équilibre de Nash est insuffisant, ne permet pas d'écarter les stratégies basées sur des menaces non crédibles.

Analyse basée sur la rationalité séquentielle des joueurs :

Principe d'induction rétroactive

Équilibre de Nash parfait en sous jeux (Selten, 1965).

Étude des situations de jeux répétés.

4. Contenu:**Théorie des Jeux :**

Représentation sous forme extensive

Exemples et définition

Les stratégies

Résolution d'un jeu dynamique

Information parfaite et Principe d'induction rétroactive

Equilibre de Nash parfait en sous-jeux

Applications

Duopole de Stackelberg (1934)

Modèle de marchandage séquentiel

Tarifcation et concurrence internationale imparfaite

Jeux répétés

- 5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. **Profil de l'enseignant :** PhD en **Mathématique appliquée**
- 9. **Bibliographie:**

RSTA2307 : Contrôle optimale des systèmes dynamiques 3 crédits

1. Prérequis :

2. **Objectif général:** Ce cours a pour but de présenter les aspects théoriques et numériques d'optimisation et du contrôle des systèmes dynamiques, ainsi que des applications dans des différents domaines de l'ingénierie.

3. Objectifs spécifiques:

Analyser les propriétés des systèmes commandés, c'est-à-dire des systèmes dynamiques sur lesquels on peut agir au moyen de contrôle

Maîtriser stabiliser le système pour le rendre insensible à certaines perturbations (stabilisation), ou encore de déterminer des solutions optimales pour un certain critère d'optimisation (contrôle optimal, ou commande optimale).

4. **Contenu:** Contrôle optimal de systèmes linéaires, Contrôle optimal de systèmes non linéaires, systèmes différentiels, systèmes discrets, systèmes avec bruit, avec retard, Contrôle optimal direct ou à boucle ouvert, Méthodes numériques, Contrôle optimal en feed-back ou à boucle fermée.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en **Mathématique appliquées**

9. **Bibliographie :**

UE4 : Bio-Informatique et projets

RSTA2308 :Notions avancées de bio-informatique 3 crédits

1. Prérequis :

2. **Objectif général:** introduire le système d'exploitation Unix et les concepts de programmation, d'un point de vue pragmatique, applicable immédiatement pour un problème de biologie.

3. **Objectifs spécifiques:Maîtriser les méthodes et les techniques avancées en bio-informatique**

4. **Contenu:** Les cours se basent sur des exemples en bio-informatique ou en modélisation en biologie, et les notions d'informatiques seront introduites au fur et à mesure des besoins (travail sur des séquences nucléiques, fichiers PDB, automatisation de calculs sur des génomes, etc).

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en **Bio-Informatique ou Mathématique du vivant**

9. **Bibliographie :**

RSTA2309: Projet 3 crédits

Prérequis : Tous les cours de Master en Probabilité et Statistiques

Objectif général: Savoir et maîtriser toutes les Étapes d'élaboration et de réalisation d'un projet de recherche.

Objectifs spécifiques:

Ce cours vise à :

Amener les étudiants à comprendre les étapes du processus sous-jacent à un projet de recherche

Décrire les étapes du processus de recherche

Articuler entre elles les étapes du processus de recherche

Expliquer ce qui compose une problématique de recherche

Décrire les caractéristiques des buts, questions et hypothèses de recherche

Expliquer les éléments qui composent le devis de recherche

Décrire les différents éléments d'un plan d'échantillonnage

Expliquer les caractéristiques de différents outils de collecte de données

Décrire les possibilités rattachées à l'analyse qualitative et quantitative des données

Connaître les caractéristiques des principaux canaux de diffusion de la recherche

Connaître les critères de qualité d'une recherche et les facteurs qui les influencent

Permettre aux étudiants de transférer les connaissances théoriques acquises dans le cours au contexte de leur projet de master

Décrire la problématique sous-jacente à leur projet de master

Formuler des buts, questions ou hypothèses de recherche en lien avec leur projet

Définir les différents éléments d'un plan d'échantillonnage compatible avec le projet envisagé

Évaluer l'applicabilité d'outils de collecte pour leur projet

Anticiper le type d'analyse en fonction des types de données utilisés dans leur projet de recherche

Préparer une affiche résumant le devis de recherche envisagé pour leur projet de master

Communiquer à un auditoire varié leur devis de recherche

Faire développer aux étudiants des savoirs transversaux utiles aux chercheurs

Démontrer un esprit critique face à des devis de recherche

Collaborer efficacement

Gérer une séance de travail

Intégrer des environnements numériques pouvant utilement supporter le travail de recherche (outils collaboratifs, etc.)

Développer leur autonomie comme chercheur

Développer leur capacité réflexive par rapport à leurs apprentissages

Contenu : Étapes d'élaboration et de réalisation d'un projet de recherche. Développement d'un devis de recherche.

Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux pratiques

Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

Bibliographie

Semestre 4

UE5: Théorie avancée en recherche opérationnelle.

RSTA2410 : Programmation par contraintes 3 crédits

1. Prérequis :

2. **Objectif général:** Ce cours vise à introduire les concepts fondamentaux de la programmation par contraintes et à étudier la modélisation et la résolution de problèmes à l'aide de la programmation par contraintes.

3. Objectifs spécifiques:

Modéliser la programmation par contrainte
 Résoudre les problèmes divers en optimisation et en ingénierie
 Discuter et interpréter les résultats

4. Contenu:

- Modélisation et résolution de problèmes à l'aide de la programmation par contraintes : intérêt de la programmation par contraintes, exemples,
- Types de contraintes, principaux algorithmes et heuristiques de résolution
- Utilisation du logiciel professionnel OPL Studio

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :**

9. **Bibliographie :**

- K. Apt, **Principles of Constraint Programming**, Cambridge University Press, 2009.
- K. Marriott and P.J. Stuckey, **Programming with Constraints: An Introduction**, The MIT Press, 1998.
- E. Tsang, **Foundations of Constraint Satisfaction**, Academic Press, 1993.

RSTA2411 : Modèles de localisation et applications 3 crédits

Prérequis :

Objectif général: L'objectif de ce cours consiste à mettre en évidence les mécanismes de diffusion de l'activité industrielle qui peuvent concerner les modèles de localisation.

Objectifs spécifiques: Maîtriser

Les solutions techniques existantes

Exploitation de systèmes satellitaires

GPS, GLONASS et bientôt Galileo

Exploitation de réseaux terrestres de communications

GSM / UMTS, LORAN, TNT

Exploitation de réseaux locaux

WiFi, Bluetooth, Zigbee, Infra rouge, ultra son, ULB, vidéo

Les techniques de localisation

Exploitations de méthodes basées sur des mesures temporelles

TOA, TDOA

Exploitation de méthodes basées sur la direction d'arrivée des ondes (AOA)

Exploitation de la puissance du signal

Exploitation du déphasage entre les ondes ou entre le champ E et H

Identification de la cellule (Cell ID)

En milieu domestique

Détecter la présence de personnes pour

Gérer la maison (gestion d'une alarme centrale)

Déclencher des alarmes (enfants)

Permettre le maintien à domicile

Mesurer l'activité des personnes

Dans les bâtiments tertiaires

Gestion de l'énergie

Travailleur isolé

Milieu hospitalier

Gestions d'alarmes, obtention de statistiques sur des parcours

En milieu urbain

Proposer des services urbains disponibles en indoor et outdoor.

Ex : gestion de places de parking

Contenu : Intelligence ambiante (objets à localiser les uns par rapport aux autres), Applications de guidage de personnes (milieu hospitalier, musée, automobile, etc.), Services d'urgence, Publicité géo-ciblée, Surveillance de personnes à risques (prisonniers, enfants en bas âge, etc.)

Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

Profil de l'enseignant : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

Bibliographie

RSTA2412: Recherche opérationnelle et données massives 4 crédits

1. Prérequis :

2. Objectif général: Modéliser et traiter des problèmes d'optimisation discrète de grandes dimensions.

3. Objectifs spécifiques:

Maîtriser le traitement des grands graphes, la décomposition des problèmes et l'accélération des méthodes usuelles de la RO pour le machine learning.

4. Contenu:

limites des méthodes classiques

traitement des grands graphes

décomposition des problèmes et accélération des méthodes usuelles

la RO pour le machine learning (clustering, méthodes de PLNE pour l'apprentissage)

parallélisme...

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthodologie d'évaluation : Un examen écrit

7. Matériel d'enseignement : Matériel standard + Ordinateur

8. Profil de l'enseignant :

9. Bibliographie:

III.2. Parcours Probabilités et Statistiques**1. Description**

Ce parcours-type est une filière professionnalisante, tournée vers les métiers de quantification du risque en relation avec les banques et les assurances. Il forme des statisticiens et des probabilistes pour les métiers de la finance. Ce parcours est en lien très fort avec des professionnels issus du tissu économique du pays. Il s'agit d'une étude de concepts fondamentaux de l'analyse probabiliste et statistique.

2. Objectifs du programme**2.1. Objectif global**

L'objectif de ce programme est de fournir aux lauréats une formation de niveau internationale en mathématiques et applications. Il s'agit d'un programme professionnel tourné vers les métiers de quantification du risque et en relation avec les banques et assurances.

2.2.Objectifs spécifiques

2.2.1 Objectifs académiques

Le programme de probabilité et statistique vise à :

- donner à l'étudiant les connaissances fondamentales et approfondies en probabilités et statistique;
- familiariser l'étudiant avec les principales méthodes probabilistes et statistiques, tant sur le plan de la cueillette des données que sur le plan de l'analyse probabiliste et statistique;
- apprendre à l'étudiant à formuler et à présenter, oralement ou par écrit, un avis professionnel.

2.2.2. Objectifs d'Employabilité

Les objectifs d'employabilité de ce programme sont de fournir aux apprenants:

- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à l'enseignement et la recherche appliquée en statistique et probabilités aux fins des services publics et privés;
- Les compétences approfondies en ingénierie des risques financiers pour les entreprises.
- Les compétences statistiques à jour pour les industries et les entreprises;
- Les compétences en résolution de problèmes pour les tâches liées à la statistique aux services publics et privés;
- Les compétences analytiques pour comprendre les impacts de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- La capacité d'intégrer la théorie et la pratique pour travailler de manière efficace et efficiente dans les organisations;
- Les connaissances et les compétences qui permettent la créativité, l'innovation et l'esprit d'entreprise dans le domaine du système statistique national.

2.2.3. Objectifs de Développement individuel

Dans ce domaine de développement individuel, le programme a pour objectifs :

- Préparer les apprenants à la création d'emplois et la rentabiliser par une perpétuation évolutive et expansionniste;
- Fournir aux apprenants des connaissances technologiques et entrepreneuriales.
- Préparer les apprenants à l'apprentissage et à la recherche tout au long de la vie; Donner aux étudiants les moyens de progresser dans leur carrière personnelle transmettre une éthique professionnelle à l'apprenant;
- doter l'apprenant de compétences et d'attitudes pour travailler dans des environnements multiculturels et mondiaux;
- Doter l'apprenant de connaissances et de compétences pour travailler en équipe dans le
- domaine de la probabilité et statistique ;
- Permettre à l'apprenant de développer des compétences pour la performance efficace dans des environnements techniques et non techniques.

3. Résultats d'apprentissage attendus « RAA »

Compte tenu des objectifs du programme de probabilité et statistique de l'ISTA, les **RAA** peuvent être classés en trois groupes: connaissances, compétences et attitudes.

3.1. Connaissances

Le diplômé doit être capable de :

- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'utilisation des logiciels statistiques dans l'administration publique et privée ;
- Avoir une connaissance approfondie de l'utilisation statistique des TIC sur le lieu de travail ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des concepts, principes et théories essentiels relatifs à la probabilité et statistique et ses applications ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension des mathématiques probabilistes et des sciences naturelles pertinentes à la statistique ;
- Démontrer la connaissance et la compréhension de l'impact de la statistique sur la société et l'environnement ;
- Démontrer la compréhension des normes de qualité et des points de référence dans le développement de logiciels statistiques.

3.2. Compétences

a) Compétences cognitives en probabilité et statistique.

Le diplômé doit être capable de:

- Modéliser, concevoir, mettre en œuvre et évaluer des SSN;
- Utiliser des logiciels statistiques existants dans les plateformes modernes;
- Analyser l'impact des tendances locales et mondiales de la statistique sur les individus, les organisations et la société;
- Démontrer la créativité et l'innovation dans le développement des sciences d'aide à la décision aux problèmes du monde réel ;
- Évaluer les risques liés aux activités socio-économiques ;
- Évaluer dans quelle mesure un système statistique répond aux critères définis pour son utilisation actuelle et à l'échelle du développement futur ;
- Analyser un problème puis identifier et définir les besoins économiques appropriés à la solution du problème du point de vue mathématique, statistique et économique.

b. Compétences pratiques

Le diplômé doit être capable de:

- Déployer des outils appropriés pour la spécification, la conception et la mise en œuvre des systèmes statistiques nationales ;
- Préciser, planifier, gérer, mener et faire rapport sur un projet de recherche en probabilité et statistique appliquée ;
- Préparer des rapports techniques et fournir des présentations techniques;
- Planifier, concevoir, déployer et maîtriser le fonctionnement approprié pour les logiciels pertinent en probabilité et statistiques ;
- maîtriser l'expression visuelle ou géométrique des données ;
- Maîtriser la recherche d'indices numériques qui résumant le mieux possible l'allure générale des données ;

- Faire une étude des regroupements de données ;
- Détecter les valeurs aberrantes et la transformation logarithmique, exponentielle ou autre des données ;
- Elaborer des hypothèses de recherche imprévue initialement à l'aide d'exploration appropriées d'un échantillon restreint de données ;
- Choisir des méthodes statistiques adaptés à tel plan de recherche à telle donnée ;
- Tester des hypothèses statistiques et probabilistes ;
- Estimer des paramètres à l'aide des intervalles de confiance ou des estimateurs ponctuels.

c. *Compétences interpersonnelles*

Le diplômé doit être capable de:

- Travailler efficacement dans une équipe;
- Communiquer efficacement avec des experts et des non-experts;
- Démontrer une compréhension des questions et des responsabilités professionnelles, éthiques, juridiques, de sécurité et sociales en Statistique appliquée

3.3. Attitudes

Le diplômé doit être capable de:

- Démontrer l'équité ;
- S'adapter et travailler dans un environnement statistique multiculturel et mondial;
- Montrer la conscience et la compréhension des normes éthiques de la profession;
- Agir professionnellement dans l'environnement de travail;
- Démontrer un engagement envers l'apprentissage tout au long de la vie et le développement professionnel;
- Faire preuve de conscience de soi et capacité à s'adapter à de nouvelles situations ;
- Soyez créatif et innovant dans le développement de solutions statistiques aux problèmes du monde réel.

4. Traduction des RAA dans le fond du programme

Les RAA de ce programme sont traduits à travers les UE, telle que traduites dans la maquette des programmes au point 7.

5. Diplôme et débouchés

À la fin de la formation, les étudiants ont un diplôme de Master en Probabilité, Statistique et Modélisation, parcours Probabilité et Statistique.

Les débouchés professionnels et scientifiques sont visés sont les services statistiques de :

- L'industrie ;
- L'Administration publique et privée ;
- Le secteur bancaire, finances et assurances ;
- les institutions d'éducation et de la recherche-développement ;
- Les organismes, régionaux et internationaux.

6. Les critères d'admission au programme de formation

L'admission au programme de Master **en Probabilité et Statistique** est ouverte à tous les burundais détenteur du diplôme d'état ou équivalents, les citoyens de la communauté est-africaine et tous les autres ayant des niveaux équivalents, tous ayant le niveau de Baccalauréat en mathématiques, en Statistique et sciences connexes conformément au cadre légal en vigueur à l'Université du Burundi. Les candidatas doivent réussir l'examen d'admission organisé à cette fin. Le programme de master **en Probabilité et Statistique** est un programme de deux ans et conduit à le titre de Master of Science (M.Sc.).

7. Maquette

7.1. Master I Probabilités et Statistiques

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 1							
UE 1 : Statistique mathématique		75					5
Statistique mathématiques avancés	PSTA1101	45	30	15			3
Mathématiques pour l'Economie et la finance	PSTA1102	30	20	10			2
UE2 : Théorie et Traitement des signaux		135					9
Traitement analogique et numérique du Signal	PSTA1103	45	25	10	10	90	3
Traitement statistique du signal	PSTA1104	45	20	10		75	3
Traitement des images	PSTA1105	45	20	10		75	3
UE3 : Théorie des applications avancées		90					6
Théorie et application des méthodes de régression	PSTA1106	30	20	10			2
Probabilités avancés	PSTA1107	30	20	10			2
Analyse des durées de vie	PSTA1108	30	20	10			2
UE4 : Pratique statistique		60					4
Statistique bayésienne	PSTA1109	30	20	10			2
Pratique de la consultation statistique	PSTA1111	30	20	10	15		2
UE5 : Calcul statistique		90					6
Statistique computationnelle	PSTA1112	30	20		10		2
Méthodes d'analyse	PSTA1113	30	20		10		2

des données							
Statistiques spatiales	PSTA1114	30	20		10		2
Total semestre 1		450					30
Semestre 2							
UE6 : Techniques actuarielles		90					6
Analyse des données appliquées au risque et au marketing bancaire	PSTA1215	30	20	10			2
Techniques de l'actuariat	PSTA1216	30	20	10			2
Statistiques institutionnelles	PSTA1217	30	20	10			2
UE7 : Analyse des sondages		90					6
Sondages Modèles et techniques	PSTA1218	30	20	10			2
Analyse multidimensionnelle	PSTA1219	30	20	10			2
Ateliers de statistique moderne	PSTA1220	30	20	10			2
UE8 : Théorie génétique et structurelle		90					6
Statistique génétique	PSTA1221	30	20	10			2
Modèles d'équations structurelles	PSTA1222	30	20	10			2
Séries chronologiques	PSTA1223	30	20	10			2
UE9 : Théorie des processus		90					6
Processus aléatoires	PSTA1224	45	30	15			3
Analyse de tableaux de fréquence	PSTA1225	45	30	15			3
UE10 : Logiciels statistique		90					6
Échantillonnage	PSTA1226	30	20	10			2
R pour scientifique	PSTA1227	30	20	10			2
Planification des expériences	PSTA1228	30	20	10			2
Total semestre		450					30
Total annuel		900					60

7.2. Master II Probabilités et Statistiques

UE et cours	Code	VHP	CM	TD	TP	TGE	Crédits
Semestre 3							
UE 1 : Méthode statistique		150					7
Méthodes statistique d'amélioration de la qualité	PSTA2301	45	30	15			3
Statistique non	PSTA2302	30	35	10			2

paramétrique							
Modélisation avancée des risques	PSTA2303	30	20	10			2
UE2 : Programmation		60					4
Programmation rapide (script, VBA, Excel avancé)	PSTA2304	30	20		10		2
Bases de données	PSTA2305	30	20	10			2
UE3 : Finances et Econometrie		120					8
Économétrie financière	PSTA2306	45	30		15		3
Techniques financières	PSTA2307	30	20		10		2
Réglementation en analyse de risques en banque	PSTA2308	45	30	5	10		3
UE4 : Gestion financière		105					7
Simulation des modèles financiers	PSTA2309	45	20		25		3
Gestion de portefeuilles – Mesure de la performance - Gestion alternative	PSTA2310	45	30	15			3
Biostatistiques: études de cas	PSTA2311	15	10		5		1
UE5 : Outils dirigés							4
Lectures dirigés & Activité de Recherche	PSTA2312	30	30	15			2
Stage de consultation statistique	PSTA2313	30	30	15			2
Total semestre 3		450					30
Semestre 4							
UE6 : Stage et mémoires		450	20	10			30
Stage de terrain	PSTA2414	225					15
Mémoire	PSTA2415	225					15
Total semestre		450	280	100	70		30
Total annuel		900					60

8. Descriptif des cours du Mastère en Probabilité Statistique et Modélisation, Parcours Statistiques et probabilités

8.1. Master I, Parcours Statistiques et probabilités

UE 1 : Statistique mathématique 5 CRÉDITS

PSTA1101: Statistique mathématiques avancés

1. **Prérequis** : Statistique mathématique, Probabilités, Logiciel R)

2. **Objectif général** : À la fin du cours, l'étudiant(e) devra être en mesure de bien connaître le calcul des probabilités et la statistique mathématique afin de pouvoir poursuivre encore ses études ou de les utiliser dans un cadre professionnel.

3. Objectifs spécifiques

- Dominer les notions de probabilité nécessaires à la statistique mathématique.
- Être capable de faire des transformations de variables aléatoires et de calculer des lois dans le cas discret et continu.
- Dominer les notions de convergences stochastiques, les lois des grands nombres et le théorème central limite.
- Bien connaître les modèles, en particulier les modèles exponentiels.
- Dominer les notions d'exhaustivité, de complétude, de liberté, en vue d'améliorer les estimateurs.
- Bien connaître les inégalités d'information et la méthode du maximum de vraisemblance.
- Avoir de bonnes notions d'estimation bayésienne, d'estimation minimax, d'estimateurs admissibles.
- Savoir utiliser les tests, que ce soit dans le cas d'hypothèses simples comme dans le cas d'hypothèses multiples

4. Contenu :

- Introduction, Concepts de l'inférence statistique(Le modèle statistique, Modèle paramétrique ou non paramétrique, Fonction de vraisemblance, Statistiques, Exhaustivité , La famille exponentielle)
- Estimation paramétrique optimale(Introduction, Réduction de la variance, Complétude, L'estimation sans biais et de variance minimale, Information de Fisher et efficacité, Score et matrice d'information, Information et exhaustivité, Borne de Cramer-Rao et efficacité)
- Maximum de vraisemblance et estimation bayésienne, Introduction, Propriétés asymptotiques de l'estimateur de maximum de vraisemblance, Intervalles de confiance asymptotiques, Cas d'un paramètre réel, Cas d'un paramètre vectoriel, Estimation bayésienne, Principe de la méthode, Exemple du contrôle de qualité)
- Tests d'hypothèses optimaux(Introduction, Définitions, Tests d'hypothèses simples, Tests d'hypothèses composites, Test du rapport des vraisemblances maximales)
- Estimation non paramétrique de quantités réelles (Les outils de la statistique non paramétrique, Statistiques d'ordre et de rang, Loi de probabilité empirique, Estimation de l'espérance d'un échantillon, Estimation ponctuelle, Intervalle de confiance, Estimation de la variance d'un échantillon, Estimation ponctuelle)
- Intervalle de confiance, Lien entre moyenne et variance empiriques, Estimation des moments de tous ordres, Estimation des quantiles, Propriétés des quantiles empiriques, Estimation ponctuelle, Intervalle de confiance, Lois asymptotiques des extrêmes)
- Estimation fonctionnelle (Estimation de la fonction de répartition)
- Estimation ponctuelle, Intervalle de confiance, Estimation de la densité, Rappels sur les histogrammes, La méthode du noyau)
- Tests d'adéquation basés sur la fonction de répartition empirique, Problématique des tests d'adéquation, Rappels sur les graphes de probabilité, Cas d'une loi entièrement spécifique, Cas d'une famille de lois)

- Tests non paramétriques sur un échantillon (Tests d'échantillon, Le test de Spearman, Le test de Kendall, Tests sur l'espérance et la médiane, Tests asymptotiques sur l'espérance, Tests sur la médiane)
- Tests non paramétriques sur plusieurs échantillons (Test de Kolmogorov-Smirnov, Tests de rang, Le test de la médiane)
- Le test de Wilcoxon-Mann-Whitney, Le test de Kruskal-Wallis)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel R

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique / Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

PSTA1102 : Mathématiques pour l'Économie et la finance

1. Prerequis : Mathématiques, Probabilité et statistique, Informatique, Economie

2. Objectif global : Offrir une formation interdisciplinaire en méthodes stochastiques et numériques appliquées aux marchés financiers.

3. Objectifs spécifiques :

Les cours se concentrent sur trois axes principales

- Maîtriser les Mathématiques et les statistiques
- Maîtriser les Méthodes numériques et informatiques
- Maîtriser les Marchés financiers
- Comprendre le concept de processus stochastique en temps discret et en temps continu ; vérifier les propriétés fondamentales d'un processus (gaussien, martingale, accroissements indépendants,...) ;
- Manier la notion centrale de mouvement brownien et en comprendre les propriétés de base ; simuler des trajectoires d'un tel processus ;
- Utiliser les concepts clés du calcul stochastique (intégrales stochastiques, différentielles stochastiques) ; construire l'intégrale stochastique d'un processus par rapport à un mouvement brownien ;
- Calculer la différentielle stochastique de processus en univers brownien et manier la formule de ITO à une et à plusieurs dimensions ;
- Poser et résoudre des équations différentielles stochastiques ;
- Manier le concept de changement de probabilité appliqué à des processus (utilisation du théorème de Girsanov).
- Poser un problème de choix d'investissement sur une période et utiliser la théorie du portefeuille en vue de sélectionner des stratégies efficaces
- Modéliser le prix d'actifs financiers simples à l'aide de processus stochastiques
- Comprendre les bases de la théorie de l'utilité et appliquer au choix d'investissement
- Appliquer les outils du contrôle optimal stochastique à la recherche de stratégies optimales d'investissement et de consommation en temps continu

4. Contenu:

Un peu d'histoire des produits dérivés en finance

Modélisation et résolution mathématique du problème de couverture des risques, le paradigme de Black-Scholes-Merton

Retour sur les hypothèses... les dérives de la finance :

crise des subprimes

trading haute fréquence

Comprendre et gérer les risques

Rôle des mathématiques

TIntro : actif sans risque

Partie 1 : théorie du portefeuille

Partie 2 : actif risqué dynamique

Partie 3 : calcul stochastique : mouvement brownien et intégrale stochastique

Partie 4 : tarification financière en temps continu : actifs dérivés (Black et Scholes) et structure de taux d'intérêt (Vasicek)

Partie 5 : stratégies optimales d'investissement et contrôle optimal stochastique (Merton)

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique / Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

Capinski / Zastawniak : Mathematics for Finance (Springer, 2003) Wiersena : Brownian Motion Calculus (Wiley, 2008)

UE2 : Théorie et Traitement des signaux 9 crédits

PSTA1103 : Traitement analogique et numérique du Signal

1. Prerequis :

2. Objectif :

Maîtriser les techniques de traitement, d'analyse, de transmission et d'interprétation des signaux.

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser

- Les principes de base des signaux
- L'analyse et le traitement des signaux déterministes
- L'analyse et le traitement des signaux aléatoires
- Les techniques avancées en traitement du signal

4. Contenu :

Introduction à la Théorie du signal
 Signaux déterministes
 Théorie des distributions
 Position du problème
 Les distributions
 Transformations de Laplace et Fourier de distributions
 Les signaux certains ou déterministes
 Introduction
 Définitions-Exemples
 Espace de Hilbert des signaux
 Bases continues
 Egalité de Parseval-Plancherel
 Propriétés énergétiques et spectrales des signaux
 Définition des grandeurs énergétiques
 Spectres des signaux
 Echantillonnage
 Représentation d'un signal échantillonné idéal
 Fréquence de Nyquist et critère de Shannon
 Interpolation de Lagrange et théorème de Shannon
 Exemples d'échantillonneurs
 signaux numériques
 Définitions
 Comparaison numérique analogique
 Algorithmes de Transformée de Fourier : TFD, FFT
 Les systèmes linéaires-Filtres
 Définitions : linéarité, stationnarité
 Représentations d'un système linéaire
 Détermination du gain complexe
 Les filtres
 Exemples importants des systèmes linéaires

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

PSTA1104 : Traitement Statistique des signaux

1. Prérequis :

2. Objectif :

Maîtriser les techniques de traitement, d'analyse, de traitement statistique des signaux.

3. Objectifs spécifiques : Maîtriser

- La théorie des variables aléatoires, les moments et les fonctions caractéristiques
- Les lois continues
- Les lois discrètes
- L'énergie et la puissance des signaux aléatoires
- La notion de bruit et de fluctuation
- Application de l'analyse spectrale

4. Contenu :

Rappels de statistique nécessaire au traitement des signaux

Variables aléatoires-Moments-Fonctions caractéristiques

Cas des variables aléatoires continues

Loi de probabilité

Cas particulier des processus gaussiens

Description statistique des signaux aléatoires

Qu'est-ce qu'un signal aléatoire?

Moyenne et variance de signaux aléatoires

Stationnarité

Caractérisation temporelle des propriétés statistiques des signaux aléatoires

Fonction de corrélation ou d'auto corrélation

Fonction de variable aléatoires

Ergodicité

Energie et puissance des signaux aléatoires

Exemples de signaux aléatoires

Bruit blanc-Bruit de marche aléatoire

Exemples de densité spectrale de puissance

Signal aléatoire binaire (Codage NRZ)

Signal pseudo-aléatoire-Générateur de signaux aléatoire

Notions de bruit et fluctuations

Bruit thermique- Origine physique – Formule de Nyquist
 Autres types de bruits-Bruit en $1/f$
 Rapport signal sur bruit
 Applications de l'analyse spectrale
 Détection d'un signal périodique
 Détection d'un signal de période connue
 Extraction d'un signal périodique par moyennage
 Mesure de décalage temporel de deux signaux
 Détection synchrone
 Estimation d'un signal par inter corrélation synchrone
 Identification d'un système en fonctionnement
 Filtrage adapté
 La transformation en ondelettes
 Préambule et historique
 La transformée de Fourier à fenêtre glissante
 Principe de base de la transformée par ondelettes
 Exemple de transformée par ondelettes

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral, travaux dirigés

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

PSTA1105: Traitement des images : 3 CREDITS

- 1. Objectif :** Le se concentrera sur les concepts fondamentaux du traitement d'images. L'analyse d'image, sémantique ou non, nécessite des prérequis et des outils qui dépassent largement ceux de ce cours, tout en en reprenant certains aspects (par exemple l'extraction de primitives 1D ou 2D des images est nécessaire pour l'identification d'objets dans une scène). Par ailleurs, on ne traitera que les images 2D ici, mais la plupart des concepts abordés peuvent se généraliser à des images volumiques, voire de dimensions supérieures.introduction a l'image numérique

2. Objectifs spécifiques :

- Maîtriser les concepts de base d'analyse et de traitement des images
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques de traitement fréquentiel
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques d'Amélioration d'images
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques de Correction d'images .
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques de Perception humaine : le système visuel .
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques de Restauration d'image
- Maîtriser les concepts avancées et mathématiques sur les Opérations morphologiques

3. Contenu :

définitions de base

l' image

types d 'opérations

types de voisinage .

paramètres vidéo

paramètres vidéo numériques .

formation des images

principe

imperfections des systèmes .

paramètres des capteurs

linéarité

sensibilité

bruit et rapport signal sur bruit .

Vignettage

forme du pixel

sensibilité spectrale

temps d ' intégration .

débit de lecture .

un exemple de capteur : le téléphone - camera ou photo phone

échantillonnage spatial , quantification .

échantillonnage spatial .

reconstruction spatiale ..

quantification

II. traitement fréquentiel

transformée de Fourier continue

notations

opérateur de transformation

spectre et phase

transformée continue bidimensionnelle

transformée discrète bidimensionnelle

propriétés de la transformée de Fourier

séparabilité

théorème de convolution

spectre d ' une image

modélisation des systèmes optiques dans le domaine fréquentiel

traitements fondamentaux dans le domaine fréquentiel

traitements dans le domaine spatial ou fréquentiel ?

exemples de filtrages passe - bas

exemples de filtrages passe - haut

Autres exemples de traitements

III. Amélioration d'images

Amélioration point a point

modification de l ' échelle des niveaux de gris

égalisation d ' histogramme

modification d ' histogramme

amélioration par filtrage local .

filtrage linéaire

filtrage non linéaire

filtrage homomorphique

filtrage adaptatif

renforcement adaptatif des détails ou

différentiation statistique

traitement des images couleur .

Amélioration d ' une image en vraies couleurs

utilisation de pseudo - couleurs a partir d ' une image noir et blanc

utilisation de fausses couleurs sur des images en bandes spectrales

IV. Correction d'images .

correction radiométrique

vignettage optique

capteur de calibre

correction géométrique .

principe :

implantation algorithmique

calcul des fonctions de correction géométrique

la mise en correspondance automatique d ' images

v. Perception humaine : le système visuel .

notions de psychophysique

pourquoi étudier la perception humaine

anatomie et physiologie

psychophysique

illusions

colorimétrie

loi de Grassmann

description de l ' expérience de Grassmann :

diagramme des couleurs

fonctions de mise en correspondance

sensibilité spectrale des cônes .

systèmes de coordonnées couleur

modèle spatial de perception

modèle de perception de la couleur

VI. Restauration d'images ..

considérations générales

établissement du modèle

modèles a priori

modèles a posteriori .

filtrage inverse .

filtre de Wiener

filtre de moyenne géométrique

filtre de canon

filtre de Wiener paramétrique

autres méthodes de restauration .

moyennage d'images .

restauration interactive .

restauration linéaire non homogène .

VII. Opérations morphologiques .

définitions connexité chemin connexe entre deux points p et q ensemble connexe opérations

élémentaires de la morphologie mathématique érosion dilatation ouverture fermeture . implantation

algorithmique extension aux images en niveau de gris. d'autres opérateurs

morphologiques .gradient morphologique .chapeau haut de forme. dilatation de contraste local .les

squelettes .définitions .propriétés ligne de partage des eaux (lpe) . introduction

algorithme de lpe Implémentation morphologique .

4. Méthodologie d'enseignement : cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques sur ordinateurs.

5.Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

6. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

7. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

8. Bibliographie

UE3 : Théorie des applications avancées

PSTA1106: Théorie et application des méthodes de régression

1. Prérequis :

2. Objectif global : Le présent cours ne portera que sur les régressions non paramétriques uni-variées et les régressions multivariées.

3. Objectifs spécifiques

- Maîtriser les grands principes de la régression non paramétrique. Maîtriser la non paramétrique kernel, le principe de l'estimation kernel d'une densité.
- Maîtriser la régression locale polynomiale et plus spécifiquement les régressions de type LOESS et la LOWESS.
- Maîtriser le logiciel SAS ‡, partir des procédures UNIVARIANTE (estimation kernel de densité), KDE (estimation kernel de densité)

4. Contenu :

Introduction .
 Principe d'estimations Non Paramétriques
 Régressions Kernel
 Régression avec lissage par moyenne mobile
 Etude de la convergence en probabilité
 Etude de la convergence en distribution et intervalles de confiance
 Régression avec lissage par opérateur \sharp noyau ou régression kernel 9
 Etude de la convergence en probabilité
 Etude de la convergence en loi et intervalles de confiance
 Sélection du paramètre de lissage dans la régression Kernel
 Critère de la MISE et approche GCV .
 Critère de Liamise .
 Estimation d'une fonction de densité .
 Procédure Uni Varie .
 Procédure KDE .
 Procédure SAS INSIGHT .
 Régressions Kernel : Applications SAS INSIGHTH .
 Régressions locales .
 Régression locale : LOESS et LOESS régressions .
 Procédure LOESS .
 Sorties graphiques .
 Sélection du paramètre de lissage .
 Autres options de la procédure LOESS .

5. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.
6. **Matériel d'enseignements** : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique
7. **Profil de l'Enseignant** : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

8. Bibliographie

PSTA1107 : Probabilités avancées

1. **Prérequis** : Probabilités
2. **Objectif global** : Maîtriser les mesure probabilistes avancées et les processus de Markov .
3. **Objectifs spécifiques** : Maîtriser
 - Les mesure probabilistes
 - Espérance conditionnelles
 - Les Martingales
4. **Contenu** :

Rappels d'intégration

- 1.1 Tribus
- 1.2 Mesures
- 1.3 Intégration
- 1.4 Mesures produits
- 1.5 Mesures de Radon sur \mathbb{R}^d
- 1.6 Convolution et transformation de

1.7	Convergences de mesures
1.8	Mesures signées Fourier
2	Notions de probabilités
2.1	Espace de probabilité
2.2	Indépendance
2.3	Variables aléatoires réelles
2.4	Variables aléatoires vectorielles . .
2.5	Convergence des suites de variables
2.6	Intégrabilité uniforme.
2.7	Annexe
2.7.1	Fonctions caractéristiques .
2.7.2	Vecteurs gaussiens
2.7.3	Convergence en loi aléatoires
3	Espérances conditionnelles
3.1	Définition élémentaire
3.2	Définition et propriétés
3.3	Conditionnement par une variable aléatoire
3.4	Conditionnement et indépendance
3.5	Lois conditionnelles
3.6	Annexe
3.6.1	Un exemple
3.6.2	Le cas gaussien
4	Chaînes de Markov
4.1	Processus aléatoires
4.1.1	Processus canoniques
4.1.2	Temps d'arrêt
4.2	Matrices de transition
4.3	Suites markoviennes
4.4	Chaînes canoniques
4.5	Réurrence et transience
4.6	Théorie du potentiel des chaînes de Markov
4.7	Chaînes irréductibles récurrentes
4.8	Stabilisation des chaînes de Markov
4.9	Annexe
4.9.1	Réurrence et fonctions excessives .
4.9.2	Etude d'exemples
4.9.3	Marches aléatoires sur \mathbb{Z}^d
5	Martingales
5.1	Définition et premières propriétés
5.2	Etude sur un intervalle de temps fini
5.3	Martingales dans L^2
5.4	Martingales dans L^1
5.5	Martingales positives généralisées
5.6	Annexe
5.6.1	Application aux chaînes de Markov
5.6.2	Etude des sous-martingales
5.6.3	Suites de v.a.r. indépendantes

5. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

6. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

7. Profil de l'Enseignant : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut
Master en Mathématiques et Applications

8. Bibliographie

PSTA1108 : Analyse de durée de vie

1. Pré-requis :

Une bonne dose de logique, vos connaissances en statistique, théorie des tests, estimateurs du maximum de vraisemblance et plus particulièrement : cours d'économétrie des variables qualitatives (notamment pour la construction des vraisemblances) cours d'économétrie non paramétrique, pour l'estimation kernel du risque, cours de statistique non paramétrique, pour la compréhension de certains tests particulièrement sur l'égalité des courbes de survie.

2. Objectif : Ce cours a pour objectif la présentation des principales techniques statistiques utilisées pour l'analyse des durées de réalisation d'un ou de plusieurs événements d'intérêt. Le prototype d'événement en question est la mort, d'où le nom le plus courant donné à ces méthodes. Elles s'appliquent cependant à d'autres sortes d'événements (mariage, divorce, rupture d'une relation client, chômage, Ces techniques statistiques sont souvent qualifiées d'analyse des biographies ou d'analyse des événements du parcours de vie lorsque les événements analysés découlent d'actions humaines individuelles et d'analyse d'histoire des événements lorsqu'ils résultent d'actions collectives.

3. Contenu :

1 Introduction

La nature des données de survie

La description de la distribution des temps de survie L'approche non paramétrique L'estimateur de Kaplan-Meier de la fonction de survie : une présentation heuristique Kaplan-Meier comme estimateur du maximum de vraisemblance non paramétrique, Les principales hypothèses et leur signification L'hypothèse de censure non informative L'hypothèse d'homogénéité de la population étudiée La variance de l'estimateur de Kaplan-Meier La construction d'IC sur la survie Les intervalles de confiance ponctuels, Les bandes de confiance, L'estimation de la fonction de risque cumulé, L'estimation kernel du risque instantané, Le choix du paramètre de lissage, Comparaison de courbes de survie estimées par Kaplan-Meier, La statistique du LogRank, Le test de Wilcoxon (ou de Gehan) et les autres statistiques pondérées, Les tests stratifiés de comparaison des survies, Tests d'association entre une variable continue et la survie PROC LIFETEST

3 L'approche paramétrique

Les modèles AFT et les modèles PH
 Les Modèles à temps de vie accélérée
 Les Modèles à risques proportionnels
 Les principales modélisations AFT
 La distribution de Weibull
 La distribution log-normale
 La distribution log-logistique
 La distribution Gamma généralisée
 Estimation avec différents types de censure et tests sur les coefficients
 Choix d'une distribution et tests de spécification
 Sélection au moyen du test de rapport de vraisemblance
 Les aides graphiques
 estimation de fractiles sur les durées d'événement
 Données censurées à gauche, à droite et par intervalle
 La structuration des données
 Estimation d'un modèle Tobit via LIFEREG
 PROC LIFEREG

4 L'approche semi-paramétrique

Le modèle de Cox et son estimation
 La fonction de vraisemblance partielle
 La correction de Firth en cas de monotonie de PL
 La prise en compte d'événements simultanés
 Spécification de l'équation à estimer, commandes Model et Class
 Les ratios de risque
 Interprétation des coefficients et Ratios de Risque
 Commandes Hazardratio et Contrast
 Des exemples de sorties
 L'estimation de la survie de base
 L'analyse stratifiée avec le modèle de Cox
 Explicatives non constantes dans le temps
 données entrées selon un processus de comptage
 Explicatives non constantes créées par programme .
 Tests de validation
 La qualité de l'ajustement
 Etude de spécification : résidus de martingales, régression locale et sommes partielles cumulées
 Repérage des outliers : les résidus de déviance, les statistiques DFBETA et LD.
 Tests de l'hypothèse PH - Introduction d'interactions avec le temps, Résidus de Schoenfeld et sommes de transformées de résidus de martingale .
 La sélection automatique des variables explicatives .

Quelques extensions

Les modèles avec fragilité -frailty models

4. **Méthode d'évaluation** : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.
5. **Matériel d'enseignements** : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

6. **Profil de l'Enseignant** : PhD en Informatique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

7. Bibliographie

UE4 : Pratique statistique

PSTA1109 : Statistique bayésienne

1. **Prérequis** : Aucun prérequis n'est demandé pour ce cours. Cependant, l'étudiant devra s'assurer de posséder très rapidement une excellente maîtrise des notions de base en probabilité et en statistique mathématique.
2. **Objectif général**: L'objectif de ce cours est de proposer une étude, à la fois calculatoire, pratique et numérique des principaux modèles bayésiens. Pour atteindre cet objectif, on aborde les modèles paramétriques de bases : observations binomiales, normales ou multinomiales et modèle linéaire en considérant des lois a priori conjuguées et des lois a priori non-informatives. On présente également les techniques du calcul bayésien d'un point de vue théorique et surtout pratique à travers des modèles plus sophistiqués (méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC) et applications aux modèles de base.
3. **Objectifs spécifiques**: former l'étudiant pour:
 - Bien comprendre la philosophie de la statistique bayésienne;
 - Connaître les différentes méthodes de spécification de la loi a priori et être capable de les utiliser convenablement;
 - Être capable d'obtenir de façon analytique les lois a posteriori et prédictives lorsque cela est possible et de s'en servir pour faire des inférences;
 - Être en mesure de valider les différentes hypothèses faites par le modèle, d'évaluer son ajustement aux données et de mesurer la sensibilité des conclusions au choix de la loi a priori;
 - Bien comprendre les méthodes numériques de calcul des lois a posteriori basées sur les techniques MCMC et être capable de les appliquer avec rigueur;
 - Être capable d'appliquer la théorie et les méthodes bayésienne à des analyses de modèles, tant de façon analytique qu'à l'aide de logiciels.
4. **Contenu** : Introduction à la philosophie d'estimation bayésienne : loi a priori, vraisemblance, loi a posteriori. Particularité des lois a priori. Inférence : estimation ponctuelle, intervalle de crédibilité. Famille exponentielle et lois a priori conjuguées. Modèles hiérarchiques. Méthodes de calcul des lois a posteriori : échantillonneur de Gibbs

et autres algorithmes de simulation. Application à des problèmes précis, tels que le traitement de données manquantes et les modèles linéaires et non linéaires de régression mixtes. Apprentissage d'un logiciel approprié tel Winbugs.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

PSTA1110 : Introduction à la consultation statistique

PSTA1101: Pratique de la consultation statistique

1. **Prérequis :**

2. **Objectif :** Offrir aux participants une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS.

3. **Objectifs :**

- Résumer ce que peut offrir la statistique
- Résumer ce que peut offrir la statistique
- Découvrir l'environnement SPSS
- Appliquer quelques principales analyses statistique
- Apprendre à interpréter les résultats des analyses
- Répondre à vos questions spécifiques

4. **Contenu :**

Section 1 : Statistiques descriptives

- Variables catégorielles
- Variables continues
- Relation entre une variable continue et une variable catégorielle
- Distribution normale
- Section 2 : Tests d'hypothèses
- Test-t pour 2 échantillons indépendants
- Test-t pour 2 échantillons pairés
- Analyse de variances à un facteur : one-way ANOVA
- Section 3 : Méthodes non paramétriques
- Tests pour 2 échantillons pairés
- Tests pour 2 échantillons indépendants
- Tests pour 3 échantillons indépendants ou plus
- Mises en situation pratique #1
- Dîner
- Section 4 : Relation entre deux variables
- Tableaux croisés
- Test du khi-deux et mesures d'association
- Test de Mc Nemar
- Test d'hypothèses sur les proportions
- Corrélation Mises en situation pratique #2

- Section 6 : Sujets spéciaux
- Pondération
- Taille d'échantillons
- Ajustement de Bonferroni
- Rédaction des résultats

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

UE5 : Calcul statistique

PSTA1112 : Statistique computationnelle

1. Prérequis

2. Objectif global : L'objet principal de la statistique sont des données ou observations. Les données sont issues de domaines très variés comme la médecine, l'économie, la sociologie, l'ingénierie, l'astrophysique, l'internet etc. L'objectif du statisticien est d'extraire des informations utiles des données, les analyser et interpréter pour des objectifs concrets comme le contrôle de qualité, l'aide à la décision etc.

3. Objectifs spécifiques

L'approche statistique consiste se donner un cadre mathématique, dans lequel la variabilité dans les données est expliquée par l'aléa. On adopte donc une modélisation probabiliste des données. On souligne qu'il n'est pas indispensable que le phénomène observé soit vraiment de nature aléatoire, c'est-à-dire les données soient issue d'une expérience ou intervient le hasard. La modélisation probabiliste n'est que le moyen pour prendre en compte la variabilité dans les données, et on doit toujours justifier et critiquer le choix d'un modèle. Par ailleurs, il est clair que tout modèle est faux, car il ne peut être qu'une approximation de la réalité. Néanmoins, on espère que le modèle choisi est approprié pour apporter des réponses en vue des objectifs concrets de l'application.

4. Contenu :

- 1 Introduction à la statistique
- Estimation ponctuelle .
- Maximum de vraisemblance ode de substitution ou de plug-in
- Propriétés d'un estimateur

- Consistance
- Risque quadratique ou erreur quadratique moyenne .
- A propos de l'EMV
- Optimisation d'une fonction .
- Rappel : Techniques d'optimisation classiques .
- Méthode de Newton-Raphson .
- Intervalle de confiance .
- Construction d'intervalle de confiance.
- Bootstrap
- Risque quadratique par Monte-Carlo
- Risque quadratique par le Bootstrap
- Le principe du bootstrap
- Analyse de la moyenne empirique .
- Intervalles de confiance par le bootstrap
- Approximation normale
- Intervalle bootstrap de base
- Intervalle bootstrap studentise
- Intervalle bootstrap par transformation du paramètre
- Méthodes des percentiles .
- Comparaison de différents intervalles bootstrap .
- 3 Modèle de mélange
- 3.1 Rappel : Loi conditionnelle
- 3.2 Modèle de mélange .
- Exemple : Longueurs des ailes de passereaux
- Exemple : Taux de chlorure dans le sang .
- Définition du modèle de mélange .
- Simulation d'un mélange
- Nouvelles classes de lois de probabilité
- Identifiabilité .
- Estimation de paramètres .
- Modèles à variables latentes
- Algorithme EM
- Contexte d'application
- L'algorithme EM
- Propriétés de l'algorithme EM
- Aspects pratiques .
- Exemple : Mélange gaussien
- Echantillonneur de Gibbs .
- Approche bayésienne .
- Rappel : Metropolis-Hastings .
- Echantillonneur de Gibbs .
- Echantillonneur de Gibbs pour le modèle de mélange .
- Aspects de mise en œuvre. Comparaison de Gibbs et EM pour mélanges.

5. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

6. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

7. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

8. Bibliographie

PSTA1113 : Méthodes d'analyse des données

1. Prerequis :

2. **Objectif global** : L'analyse statistique multivariée consiste à analyser et comprendre des données de grande dimension.

3. Objectifs spécifiques :

- Rappels et compléments d'algèbre linéaire Décompositions de matrices
- Maîtriser et Analyse en Composantes Principales
- Maîtriser et Analyse Canonique des Corrélations
- Maîtriser et Analyse des Correspondances
- Maîtriser et Analyse des Correspondances Multiples
- Maîtriser et Analyse Discriminante
- Maîtriser et Classification, segmentation

4. Contenu :

- Rappels et compléments d'algèbre linéaire
- Décompositions de matrices
- Les projecteurs .
- Sous espaces supplémentaires et projecteurs .
- Matrices carrées diagonalisables
- Décomposition en valeurs singulières
- Les projecteurs M-orthogonaux.
- Analyse en Composantes Principales
- ACP par projection : approche géométrique
- Représentations graphiques et aide à l'interprétation.
- Les individus
- Les variables
- Propriétés asymptotiques des estimateurs de composantes principales ACP par minimisation de l'erreur .
- Changement de métrique dans l'espace des individus et poids sur les individus .
- Analyse Canonique des Corrélations
- Interprétation géométrique de l'analyse canonique
- Analyse canonique ordinaire

- Analyse canonique généralisée .
- Représentations graphiques .
- Représentation des variables
- Représentation des individus
- Interprétation probabiliste de l'analyse canonique
- Rappel : analyse en composante principale .
- 4.5.2 Modèle probabiliste pour l'analyse canonique .
- Analyse des Correspondances
- Introduction
- Modèle d'indépendance
- Test du chi 2
- AFC et indépendance .
- Analyse factorielle des correspondances
- Nuages de points .
- l'AFC proprement dite
- Représentation graphique Biplot
- Représentation barycentrique
- Interprétation des résultats de l'AFC
- Valeurs propres
- Contribution des modalités
- Interprétation en terme de reconstruction des effectifs
- 6 Analyse des Correspondances Multiples
- Tableau disjonctif complet
- Tableau de Burt
- Tableau des χ^2
- Analyse Factorielle des Correspondances Multiples
- AFC du tableau disjonctif complet relatif à 2 variables .
- AFC du tableau disjonctif complet
- AFC du tableau de Burt
- Interprétation .
- Représentation des individus .
- Représentation des variables .
- Représentation simultanée
- Individus et variables supplémentaires
- Les variables continues
- Analyse Discriminante
- Analyse discriminante décisionnelle
- Règle de décision
- Risque de Bayes
- Cas de variables aléatoires gaussiennes
- Cas de variables dépendantes quelconques
- Analyse factorielle discriminante
- Variances interclasse et intraclasse
- Axes et variables discriminantes
- Une ACP particulière
- Sélection de modèle et MANOVA
- Validation de modèle
- Classification, segmentation

- Distances et similarités
- Similarité entre des objets à structure binaire .
- Distance entre des objets à variables nominales.
- Distance entre des objets à variables continues.
- Classification hiérarchique ascendante
- Méthode des centres mobiles
- Généralisations
- Modèles de mélange
- Combinaison de différentes méthodes de classification

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

PSTA1114. Statistiques spatiales

1. Prerequis :

2. Objectif : Étude de méthodes statistiques et cartographiques avancées nécessaires aux recherches actuelles en géographie humaine et physique.

3. Objectifs spécifiques : Le contenu précis est susceptible de varier selon les besoins et l'évolution de la science et comprendrait par exemple les points suivants :

- problèmes d'endogénéité et méthode des variables instrumentales ;
- analyses multiniveaux ;
- données en panels ;
- biais de sélection ;
- " statistiques spatiales : " generalized weighted regression ", etc.
- " techniques cartographiques nouvelles

4. Contenu :

Les techniques économétriques utilisées en géographie économique ont connu un développement extraordinaire au cours des dernières années. De plus, les problèmes statistiques auxquels les chercheurs doivent faire face en ce domaine se posent également dans le cadre des différentes branches de la géographie physique. Ce cours a pour objectif de permettre à un étudiant ayant une formation préalable en statistiques d'affronter le niveau des articles récents et les exigences actuelles de publication des revues sérieuses. Le cours se focalise sur les modèles linéaires. Un grand effort est consacré à la validation statistique de ces modèles : choix des variables, forme fonctionnelle, présence éventuelle d'endogénéité au sein des variables

explicatives, détection d'autocorrélation spatiale ou temporelle, biais de sélection, Ignorer ou ne pas tenir compte d'erreurs de spécification rend caduque toute interprétation des résultats d'une analyse statistique et hasardeuse toute prédiction. Pour y pallier, des traitements sont également proposés : moindres carrés pondérés, feasible generalized least squares, techniques des variables instrumentales, traitement des modèles autorégressifs et à erreurs corrélées, On propose également une initiation au langage R et aux bibliothèques de statistiques spatiales qui y sont liées.

5. Méthodologie d'enseignement: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. Méthode d'évaluation : Examen écrit et pratique sur ordinateur ou projet de fin du module.

7. Matériel d'enseignements : Matériel Standard, Ordinateur, Logiciel Mathématique

8. Profil de l'Enseignant : PhD en Statistique/ Mathématiques appliquées et à défaut Master en Mathématiques et Applications

9. Bibliographie

R Bivand, E Pebesma and V Gómez-Rubio, Applied Spatial Data Analysis with R, Springer, New York, 2008.

MJ Crawley, Statistics: An Introduction Using R, John Wiley, 2005.

MJ Crawley, The R Book, John Wiley, 2007.

O Schabenberger and C Gotway, Statistical Methods for Spatial Data Analysis, Chapman & Hall, 2005.

WN Venables and BD Ripley, Modern Applied Statistics with S (4th edition), Springer, 2002.

M Verbeek, A Guide to Modern Econometrics, John Wiley, 2000

UE6 : Techniques actuarielles

UE6 : Techniques actuarielles

PSTA1215 : Analyse des données appliquées au risque et au marketing bancaire (2 crédits)

1. **Prérequis :** Connaissances des principes et théories MKG
2. **Objectif général:** Acquisition de la démarche Marketing. Analyse du marché, des différents acteurs, des enjeux et de leurs stratégies.
3. **Objectifs spécifiques:**
4. **Contenu :** / Définition du MKG. Rappels des fondamentaux , Caractéristiques du secteur bancaire , Les enjeux et stratégies du secteur bancaire , L'agence bancaire , Les acteurs du secteur bancaire , La distribution hors réseau, Les banques en ligne , Relation à distance dans la banque multicanal, la banque de demain sur Internet/mobile, Prospective: études MKG
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

PSTA1216 : Techniques de l'actuariat (2 crédits)

1. **Prérequis** : Statistiques mathématiques et Probabilité

2. **Objectif général** : L'objectif de ce programme est de former des interlocuteurs privilégiés pour les actuaires, voire de former des chargés d'études actuarielles.

3. **Objectifs spécifiques**: Ce cours est une application du calcul des probabilités et de la statistique aux questions d'assurances, de finance et de prévoyance sociale. Cela consiste, entre autre, à l'analyse de l'impact financier du risque et l'estimation des flux futurs qui y sont associés. On utilise ainsi des techniques mathématiques et statistiques pour décrire et modéliser de façon prédictive certains événements futurs tels que par exemple la durée de la vie humaine, la fréquence des sinistres et l'ampleur des pertes pécuniaires associées.

4. **Contenu** : Opérations financières, Mathématiques et statistiques, Aide à la décision, Outils financiers, Opérations viagères, Gestion des risques, Assurance santé, Gestion quantitative, Gestion quantitative, Informatique décisionnelle, Mathématiques des population, Gestion des compagnie, Réglementation Risques , divers Sécurité sociale.

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

PSTA1217 : Statistiques Institutionnelle (2 crédits)

1. **Prérequis** :

2. **Objectif général**: Le cours va permettre aux étudiants d'utiliser les fichiers administratifs pour faire l'analyse de ces informations afin de réussir à construire des règles permettant de convertir les informations administratives en statistiques.

3. **Objectifs spécifiques**:

- Maîtriser les caractéristiques des principales sources de données pour les traitements statistiques ;
- Maîtriser l'utilisation de données administratives à des fins statistiques ;
- Maîtriser le processus de validation statistique des archives administratives: lignes directrices ;
- Maîtriser les analyses conduites sur les archives des études sectorielles: exigences en informations et objectifs de l'étude;

4. **Contenu** : Généralités sur les caractéristiques des principales sources de données pour les traitements statistiques ; Utilisation de données administratives à des fins statistiques ; Les données administratives comme input des processus statistiques ; Le processus de validation statistique des archives administratives: lignes directrices ; Les analyses conduites sur les archives des études sectorielles: exigences en informations et objectifs de l'étude ; Schéma théorique du processus de validation d'une source ; Schéma théorique pour la validation d'une variable quantitative en présence d'un benchmark

5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE7 : Analyse des sondages

PSTA1218 : Sondages Modèles et techniques (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: Initier les étudiants à des méthodes d'analyse statistique pour les données récoltées dans un plan d'échantillonnage complexe, semblable à celles disponibles dans des centres de données de recherche . Modifier une analyse statistique pour tenir compte que les données ont été récoltées avec un plan de sondage complexe.
3. **Objectifs spécifiques**:
À la fin du cours, l'étudiant devra être capable de :
 - calibrer les poids d'une enquête à partir de données administratives
 - utiliser l'échantillonnage à deux phases pour traiter nonréponse;
 - appliquer les méthodes de linéarisation, du bootstrap et du jackknife pour estimer les variances de statistiques non linéaires;
 - utiliser des équations d'estimation pour estimer les paramètres d'un modèle statistique à partir de données d'enquête;
 - analyser des tableaux de fréquences construits à l'aide d'unités recueillies dans un plan d'échantillonnage complexe;
 - ajuster des modèles de régression et de régression logistique à des données recueillies à l'aide d'un plan complexe;
 - comprendre la construction et l'utilisation des poids bootstrap pour estimer les variances dans des plans complexes;
 - comprendre la documentation des enquêtes répertoriées dans Equinox, un portail réalisé pour favoriser l'accès aux données de recherche.
4. **Contenu** : plan de sondage complexe, Estimation de la variance de statistiques non linéaires dans des plans complexes, Ajustement de modèles statistiques à des échantillons récoltés à l'aide d'un plan de sondage complexe en utilisant une pseudovraisemblance, Analyse de tableaux de fréquences construits à partir de données récoltées dans des plans complexes, Modèle de régression pour des données recueillies avec un plan complexe.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA1219 : Analyse multidimensionnelle (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif** :A la fin du cours, les étudiants pourront choisir le test statistique ou le modèle adapté à la question traitée, en comprenant le fondement théorique de la méthode. Les étudiants sauront aussi choisir la méthode d'analyse des données multidimensionnelles adaptée à leur tableau de données et permettant de traiter les questions posées. Ils sauront en interpréter les résultats tant numériques que graphiques.
3. **Objectifs spécifiques** :

- Maîtriser l'analyse en composantes principales
- Maîtriser l'analyse des correspondances multiples
- Maîtriser l'analyse des correspondances simples
- Maîtriser les méthodes de classification

4. Contenu :

- Analyse en composantes principales
- Analyse des correspondances multiples
- Analyse des correspondances simples
- **Les méthodes de classification** ACP, analyse factorielle exploratoire, analyse factorielle confirmatoire, AFC et ACM
- Classification par moyennes mobiles (k-means) et CAH
- Régression linéaire, régression linéaire pas à pas,
- analyse de
- médiation
- Régression logistique
- Analyse discriminante décisionnelle, analyse factorielle discriminante
- Aperçus sur régression PLS et analyse de segmentation
- Loi normale multidimensionnelle et loi de Wishart. Inférence pour un ou deux échantillons multivariés, test de Hotelling et principe d'union et d'intersection de Roy. Modèles linéaires multivariés, test du rapport des vraisemblances, comparaisons multiples.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

PSTA1220 : Ateliers de statistique moderne (2 crédits)

1. **Prérequis :**

2. **Objectif général:** Initier les étudiants à des méthodes d'analyse statistique pour les données récoltées dans un plan d'échantillonnage complexe, semblable à celles disponibles dans des centres de données de recherche. Modifier une analyse statistique pour tenir compte que les données ont été récoltées avec un plan de sondage complexe.

3. **Objectifs spécifiques:**

4. **Contenu :** Série d'ateliers traitant de thèmes contemporains en méthodologie statistique.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. **Bibliographie**

UE8 : Théorie génétique et structurelle

PSTA1221 : Statistique génétique (2 crédits)

1. **Prérequis :** Introduction à la bio-informatique, Génétique, Probabilité et Statistiques

2. **Objectif général:** Maîtriser les concepts approfondies de statistique génétique

3. **Objectifs spécifiques:** Maîtriser les études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission; traits quantitatifs; données de puce à ADN.
4. **Contenu :** Brève introduction aux concepts génétiques. Une sélection de sujets parmi les suivants : épidémiologie génétique, concepts et introduction; études d'agrégation familiale; analyse de liaison paramétrique; analyse de liaison non paramétrique, méthodes de partage d'allèles; études d'association de population; test de déséquilibre de transmission (test TDT); traits quantitatifs; données de puce à ADN (*microarray*).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA1222 : Modèles d'équations structurelles (32crédits)

1. **Prérequis :** Avoir suivi avec succès un premier cours de méthodes statistiques et, si possible, être familier avec quelques méthodes de statistique multidimensionnelle et connaître un logiciel pour faire des analyses statistiques. Pour assister à ce cours, il faut nécessairement y être inscrit et détenir un diplôme de 1er cycle universitaire.
2. **Objectif général:**
3. **Objectifs spécifiques:**
 - Revoir les méthodes statistiques standards pour un ou deux échantillons et à des modèles de régression.
 - Être familier avec la nature, les concepts fondamentaux et la terminologie des MES
 - Être capable d'utiliser adéquatement un logiciel pour ajuster ces modèles
 - Être en mesure de critiquer les applications des MES que l'on retrouve dans la littérature scientifique.
4. **Contenu :** Rappels sur la régression linéaire et l'analyse classique des cheminements. Analyse factorielle confirmatoire. Exploration de l'analyse générale des équations structurelles avec variables latentes et erreurs de mesure. Familiarisation avec un des trois logiciels suivants : LISREL, EQS ou CALIS (procédure de SAS).
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA1223 : Séries chronologiques (2 crédits)

1. **Prérequis :** L'étudiant ou l'étudiante devra s'assurer de posséder des notions de base en probabilité et en statistique.
2. **Objectif général:** À la fin du cours, l'étudiant devra être en mesure de bien comprendre les modèles sur les séries temporelles, d'en connaître les propriétés et de pouvoir modéliser des séries chronologiques réelles.
3. **Objectifs spécifiques:**

- Connaître les différents types de lissage et savoir étudier les différentes composantes d'une série chronologique
 - Être capable de bien comprendre toute la théorie sur les processus stationnaires;
 - Connaître tous les modèles classiques de Box et Jenkins et leurs propriétés;
 - Comprendre les méthodes d'estimation des différents paramètres, les différents tests et les techniques de prévision;
 - Être en mesure de savoir coller un modèle adéquat à partir de n'importe quelle série chronologique, et de le prouver sur le travail qui sera demandé
4. **Contenu** : Décomposition d'une série chronologique, tendance, saisonnalité, innovations, lissages, processus stationnaires, moyennes mobiles, processus autorégressifs, autocorrélations, bruit blanc, densité spectrale, prévisions optimales, modélisation SARIMA.
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

UE9 : Théorie des processus

PSTA1224 : Processus aléatoires (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: Maîtriser la théorie des processus stochastiques et leurs applications.
3. **Objectifs spécifiques**:
 À la fin du cours, l'étudiant devra être capable :
 - de faire des calculs de probabilité et d'espérance par conditionnement,
 - de distinguer les principaux types de processus aléatoires et de reconnaître les situations où ils s'appliquent,
 - d'analyser des chaînes de Markov à espaces d'états discrets, aussi bien en temps discret qu'en temps continu,
 - d'utiliser les modèles élémentaires de marches aléatoires, de processus de Poisson,
 - de processus de ramification, de processus de naissance et de mort et de file d'attente,
 - d'utiliser le mouvement brownien pour approximer une marche aléatoire ou pour modéliser certains phénomènes aléatoires simples
4. **Contenu** : Probabilités et espérances conditionnelles. Chaînes de Markov à temps discret et chaînes de Markov à temps continu. Irréductibilité, apériodicité, récurrence, loi stationnaire, ergodicité. Quelques modèles classiques : marches aléatoires, processus de ramifications, processus de Poisson, processus de naissances et de morts, modèles de files d'attente. Introduction au mouvement brownien.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA1225 : Analyse de tableaux de fréquence (2 crédits)

1. **Prérequis :** Le cours "Statistique mathématique " (ou un cours équivalent) est un préalable absolument essentiel à ce cours.
2. **Objectif général:** Ce cours vise à rendre l'étudiant apte à bien comprendre et utiliser les modèles et méthodes d'inférence pour des données discrètes.
3. **Objectifs spécifiques:** À la fin du cours, l'étudiant ou l'étudiante devra être capable :
 - d'utiliser les lois de probabilité discrètes usuelles;
 - d'analyser des tableaux de fréquences à deux variables à l'aide des techniques usuelles: test d'indépendance du khi-deux, test exact
 - de Fisher, rapport de cotes, risque relatif et variable ordinale;
 - d'analyser des tableaux de fréquences à trois variables en distinguant l'association conditionnelle de l'association marginale et en étant conscient du paradoxe de Simpson;
 - d'utiliser des modèles linéaires généralisés pour analyser des données discrètes;
 - d'effectuer des analyses de régression Poisson et de régression logistique, de faire des tests sur les paramètres, d'étudier l'ajustement du modèle et de faire la sélection des variables;
 - d'utiliser des modèles log-linéaires pour analyser des tableaux de fréquences de grande dimension;
 - de mettre en œuvre les analyses vues au cours en se servant de logiciels tels SAS et R.
4. **Contenu :** Tableaux de fréquences à deux variables : proportions, rapport de cotes et risque relatif, tests et mesures d'association, variables ordinales, données appariées. Tableaux de fréquences à trois variables : association marginale et association conditionnelle, paradoxe de Simpson. Modèles linéaires généralisés : régression de Poisson et régression logistique binaire, conditionnelle, ordinale et multinomiale, sélection des variables et mesure de l'ajustement des modèles. Analyse des données à l'aide de logiciels statistiques.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE10 : Logiciels statistique

PSTA1226 : Échantillonnage (2 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** L'objectif général de ce cours est d'apprendre des méthodes pour sélectionner, dans une population finie, un échantillon de façon aléatoire et pour traiter les données obtenues par échantillonnage. Il veut initier les étudiants à la méthodologie statistique sous-jacente à des enquêtes complexes réalisées par des agences gouvernementales
3. **Objectifs spécifiques:**

À la fin du cours, l'étudiant ou l'étudiante devra être capable de :

 - Distinguer les bases de sondage de liste des bases de sondage aréolaires.
 - Sélectionner des échantillons selon différents plans de sondage et, pour chacun, savoir estimer la moyenne et le total d'une variable d'intérêt dans la population échantillonnée.
 - Calculer des espérances et des variances par rapport aux plans de sondage vus au cours; distinguer la variance théorique de son estimateur.
 - Utiliser la stratification pour tirer un l'échantillon et la post-stratification pour la pondération des unités échantillonnées et le traitement de la non-réponse.

- Traiter les données provenant d'enquêtes où les unités sont sélectionnées en grappe.
 - Tirer profit d'informations auxiliaires pour améliorer les estimations dans un plan de sondage, tant stratifié que non-stratifié.
 - Utiliser les poids d'échantillonnage pour estimer des caractéristiques d'une population de même que les variances associées.
 - Faire, dans une enquête complexe, des estimations dans des petits domaines et calculer des mesures de précision associées.
4. **Contenu** : Conception d'un questionnaire. Techniques d'échantillonnage simple et stratifié. Méthodes du quotient et de la régression pour l'utilisation d'informations supplémentaires. Techniques d'échantillonnage par grappes, systématique et à plusieurs degrés.
 5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

PSTA1227 : R pour scientifique (2 crédits)

1. Prérequis :

2. **Objectif général**: Ce cours a pour objectif d'amener l'étudiant à une maîtrise avancée de R, de sorte qu'il puisse utiliser ce langage pour programmer et implanter de nouvelles méthodes de calcul d'une manière efficiente et réutilisable. Ce cours vise à améliorer les compétences en R d'un utilisateur déjà initié et à amener cet utilisateur à devenir aussi un développeur ou programmeur de code R efficace et facile à partager

3. Objectifs spécifiques:

Ce cours a pour objectifs spécifiques d'aider l'étudiant à maîtriser la matière suivante :

- concepts de base en R (session R, commandes, utilisation de fonctions et de packages, environnement de travail, environnement)
- de développement RStudio, obtenir de l'aide, etc.);
- manipulation de données en R (types de structures de données, extraction de données, lecture et écriture dans des fichiers externes, nettoyage, fusion et mise en forme de jeux de données, types particuliers de données tels que les chaînes de caractères et les dates, etc.);
- calculs de base en R (opérations mathématiques, fonctions statistiques de base, calculs vectoriels et matriciels, etc.);
- création de graphiques en R (fonctions de base, ajout d'éléments à un graphique de base, autres systèmes graphiques : et lattice , etc.); ggplot2
- rédaction de rapports intégrant du texte, des commandes et des sorties R avec R Markdown; concepts plus avancés de calculs en R (distributions de probabilité, génération de nombres pseudo-aléatoires, tests statistiques,
- ajustement de modèles, calculs mathématiques, etc.);
- programmation en R (structures de contrôle (alternatives et boucles), création de fonctions (arguments, corps de la fonction, portée lexicale, sortie), méthodes S3, tests, gestion des exceptions, débogage, etc.);
- développement de packages (structure de fichiers, documentation, commandes de compilation, etc.);
- amélioration de code R (bonnes pratiques, optimisation de temps d'exécution, métaprogrammation, etc.)

4. **Contenu** : L'étudiant apprend à : comprendre ce que fait un programme R donné, faire ses propres programmes R (y compris des énoncés conditionnels, des boucles si nécessaire, des calculs vectoriels), créer des fonctions R et savoir les documenter, déboguer un programme R et l'optimiser en termes de temps de calcul.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA1227 : Planification des expériences (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: Le cours Planification des expériences vise à familiariser les étudiants avec les bases théoriques et les aspects pratiques de la planification des expériences et à les rendre apte à identifier le plan le plus adéquat à une expérience scientifique et à analyser les données qui en découlent en utilisant le logiciel SAS.
3. **Objectifs spécifiques**: À la fin du cours, l'étudiant devra être capable de :
 - expliquer le rôle de la randomisation, du blocage et de la répétition dans un plan d'expérience;
 - proposer un plan d'expérience convenant à une situation donnée et justifier ce choix;
 - analyser les données conformément au plan d'expérience ayant mené à leur collecte;
 - comprendre les concepts énoncés dans la section Contenu du cours;
 - utiliser le logiciel SAS pour conduire des analyses statistiques liées à ces concepts, en particulier les procédures GLM et MIXED.
4. **Contenu** : Structure d'une expérience statistique : notions d'erreur expérimentale, de randomisation, de blocage et de répétition. Liens avec les modèles de régression; analyse de la covariance. Schémas factoriels non équilibrés. Plans hiérarchisés. Plans à blocs incomplets. Surfaces de réponse. Utilisation de SAS.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

8.1. Master II, Parcours Statistiques et probabilités

UE 1 : Méthode statistique

PSTA2301 : Méthodes statistique d'amélioration de la qualité (3 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**:
3. **Objectifs spécifiques**:
4. **Contenu** : Notions de base : relation entre qualité et variabilité, stabilisation d'un procédé, principe de Pareto, techniques de diagnostic d'Ishikawa, règle du tout-ou-rien de Deming. Analyse de données historiques : méthodes graphiques d'analyse exploratoire des données;

analyse des moyennes de Ott. Observation d'un processus : cartes de contrôle de Shewhart, cartes bayésiennes empiriques, cartes à somme cumulée. Expérimentation sur un processus : interaction, contrastes orthogonaux, plans d'échantillonnage simples et fractionnaires, méthodes de Taguchi pour la réduction de la variance. Plans de réception par échantillonnage.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA2302 : Statistique non paramétrique (2 crédits)

1. **Prérequis :** Statistique mathématique, Probabilités, calcul différentiel et intégral dans \mathbb{R}^n
2. **Objectif général:** À la fin de ce cours, l'étudiant devra être capable:
 - de reconnaître les situations où l'emploi de méthodes non paramétriques est indiqué;
 - d'utiliser certains tests de rang classiques afin de comparer des populations ou des traitements au moyen d'échantillons
 - indépendants ou présentant une structure de blocs aléatoires complets;
 - d'effectuer des tests de tendance et d'indépendance stochastique au moyen des rangs;
 - de calculer une erreur type avec la méthode du bootstrap.
3. **Objectifs spécifiques: L'étudiant devra savoir :**
 - Comparaison de deux traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de la somme des rangs de Wilcoxon; traitement des égalités; comparaison avec le test de Student;
 - estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet de traitement; test de Siegel-Tukey et de Smirnov.
 - Comparaison de deux traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés du test des signes et du test des rangs signés de Wilcoxon ; comparaison avec le test de Student ; estimation ponctuelle et par intervalle de l'effet traitement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir d'échantillons indépendants
 - Définition et propriétés du test de Kruskal-Wallis ; comparaison avec l'analyse de la variance a un facteur; étude du cas des tableaux de fréquence $2 \times t$; discussion de contre-hypothèses unilatérales et de problèmes de sélection et de classement.
 - Comparaison de plusieurs traitements à partir de blocs aléatoires complets
 - Définition et propriétés des tests de Friedman, de Cochran et de McNemar
 - Tests de tendance et tests d'indépendance
 - Mesures de dépendance non paramétriques ; définition et propriétés de quelques test de tendance et d'indépendance basés sur les rangs.
 - Introduction au bootstrap
 - Estimation de l'erreur type par le bootstrap. Le bootstrap paramétrique. Intervalle de confiance par le bootstrap.
4. **Contenu :** Problèmes à deux échantillons : tests de rang pour un paramètre de translation. Problèmes à un échantillon : tests de rang signé pour un paramètre de localisation. Comparaison de k traitements : test de Kruskal-Wallis, table de contingence, tests de Friedman, Cochran, etc. Tests de tendance et tests d'indépendance utilisant les rangs. Introduction au « bootstrap ».
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA2303 : Modélisation avancée des risques (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**: L'objectif de ce cours est de présenter les outils mathématiques couramment utilisés dans la modélisation du risque de crédit. Nous aborderons essentiellement la problématique de l'évaluation financière de ce risque dans le cadre pricing des produits dérivés correspondant. Une attention particulière sera accordée aux modèles dits à forme réduite (reduced-form model) qui offrent un cadre souple pour l'évaluation des produits sensibles au risque de défaut et des produits dérivés de crédit.
3. **Objectifs spécifiques**: L'objectif de ce cours est double. Premièrement, on donne une introduction compréhensive aux risques de crédit, notamment les risques de défaut, de transition de notation, de contrepartie et de contagion, ainsi que les produits financiers liés à ces risques, comme les obligations d'état et d'entreprise, et les produits dérivés de crédit. Deuxièmement, on présente les différentes approches de modélisation mathématique, on introduit aussi les modèles standards utilisés au marché financier pour analyser les risques et pour le pricing et la couverture des produits financiers. En particulier, on s'intéresse au risque de corrélations de crédit pour plusieurs sous-jacents, y compris les produits et les modèles, ainsi que des méthodes numériques pour l'implémentation.
4. **Contenu** : Le Risque de crédit, Introduction aux Credit Default Swap, Loss Given Default, Credit Event, Modèle de la firme, Modèles à forme réduite, Instants de défaut, Corrélation entre les instants de défaut, Evaluation des produits soumis au risque de défaut, Généralités, Obligations risquées, Les produits dérivés de crédit, Présentation des produits de base : Credit Default Swap, Total Return Swap, nth-to- Default, Collateralized Debt Obligation Evaluation et Couverture.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE2 : Programmation

PSTA2304 : Programmation rapide (script, VBA, Excel avancé) (2 crédits)

1. **Prérequis** :
2. **Objectif général**:
3. **Objectifs spécifiques**:
 - Augmenter les capacités des applications bureautiques (Excel) en proposant vos propres programmes, adaptés aux besoins
 - Développer rapidement des interfaces sur un éditeur dédié afin de faciliter la prise en main de vos programmes par d'autres dans l'entreprise
4. **Contenu**:
 - Introduction
 - VBA et Excel
 - L'éditeur (VBE)

- Modèle objet de VBA
 - Procédures Sub
 - Procédure Function
 - Enregistrer des Macros
 - Programmation en VBA
 - Variables, instructions
 - Objets Range
 - VBA et fonctions
 - Déroulement d'un programme
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
 6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
 7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
 8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
 9. **Bibliographie**

PSTA2305 : Bases de données (2 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Comprendre les concepts sous-jacents à la réalisation d'une base de données, Comprendre le modèle relationnel afin de l'utiliser algébriquement et pratiquement à l'aide du langage SQL. Enfin, utiliser une technique de modélisation reconnue pour structurer les données d'entreprises.
3. **Objectifs spécifiques:** Au terme du cours, l'étudiante ou l'étudiant sera capable:
 - d'appliquer les principaux concepts sous-jacents à l'environnement de données de l'entreprise et leur organisation en base de données;
 - d'utiliser les techniques de modélisation des données ; être capable de les appliquer et de relier un modèle de données aux processus de l'entreprise;
 - d'utiliser les fondements théoriques du modèle relationnel pour concevoir et manipuler efficacement une base de données relationnelle;
 - de construire des bases de données simples et les exploiter avec un langage de quatrième génération SQL ou un logiciel spécialisé
4. **Contenu :** Définitions et liens avec le contexte d'affaire d'une entreprise. Revue des différents SGBD, concepts et pensée relationnelle. Apprentissage et utilisation du langage SQL. Normalisation et vérifications des bases de données selon les dépendances fonctionnelles. Modélisation conceptuelle, logique puis physique. Optimisation du SGBD relationnel.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE3 : Finances

PSTA2306: Économétrie (3 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Ce cours vise à familiariser les étudiants avec les techniques économétriques couramment appliquées aux données financières. Pour ce faire, le cours parcourra quelques grandes théories de la finance (Bachelier, Markowitz, CAPM, etc.) et présentera les méthodes économétriques permettant leur application. Cela impliquera

notamment une étude approfondie des modèles unidimensionnels à variables explicatives retardées, des processus auto-régressifs et à moyenne mobile et des modèles à volatilité. Enfin, nous couvrirons certains modèles de volatilité dans l'optimisation de portefeuille (BEKK, DCC, etc.).

3. Objectifs spécifiques:

4. **Contenu :** Ce cours porte sur l'analyse économétrique des données financières. Après une introduction aux modèles linéaires - des modèles autorégressifs, des moyennes mobiles ainsi que des représentations espace-état (filtre de Kalman) - une attention particulière est portée sur la modélisation de la volatilité. On étudie les modèles de type ARCH, GARCH ainsi que des modèles de la volatilité stochastique.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

PSTA2306 : Techniques financières

1. **Prérequis :** (2 crédits)

2. **Objectif général:** Ce cours est une introduction aux principes et outils de base en matière de mathématiques financières (techniques de valorisation et de calibrage, notion d'arbitrage, mesure de risque...) et actuarielles (calculs probabilistes, calcul de primes d'assurances...), de techniques actuarielles (notion de taux d'intérêt, mesure de risque associé...) ainsi que de gestion des risques au sein d'un portefeuille (couverture, utilisation des instruments dérivés). Des exemples concrets permettant aux étudiants de mieux appréhender le rôle de l'arbitrage dans la formation des prix ainsi que l'importance de la gestion des risques dans toute stratégie d'investissements.

3. Objectifs spécifiques:

4. **Contenu :** Notions sur la rémunération des prêts/emprunts, Structure par terme des taux d'intérêt, Gestion de risque de taux d'intérêt, Marchés de dérivés de taux d'intérêt, Problématique de l'assurance.

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques

6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit

7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur

8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

PSTA2308 : Réglementation en analyse de risques en banque (3 crédits)

1. **Prérequis :** Probabilités

2. **Objectif général:** Maîtriser l'analyse et la réglementation des risques bancaires

3. Objectifs spécifiques:

- Maîtriser les risques et le secteur bancaire
- Maîtriser l'analyse prospective des métiers du
- Maîtriser la théorie du Risque et du Contrôle
- Maîtriser les métiers du Risque et du Contrôle

4. Contenu:

1. Les risques et le secteur bancaire

- 1.1 Les différentes activités du secteur bancaire
- 1.2 Les risques inhérents à l'activité bancaire
- 1.3 Le cadre normatif et réglementaire de la gestion des risques
- 2. Les métiers du risque et du contrôle dans la banque
 - 2.1 Le dispositif de contrôle interne et de gestion des risques
 - 2.2 Les familles de métiers
 - 2.3 Compétences communes et transposables
- 3. Analyse prospective des métiers du risque et du contrôle dans la banque
 - 3.1 Enjeux organisationnels, économiques et réglementaires
 - 3.2 L'avenir des métiers du risque et du contrôle dans la banque
 - 3.3 L'attractivité des métiers du risque et du contrôle
- 5. Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
- 6. Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
- 7. Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
- 8. Profil de l'enseignant :** PhD en Ingénierie des risques, en statistique, mathématiques appliquées.

9. Bibliographie

UE4 : Gestion financière

PSTA2309: Simulation des modèles financiers (3 crédits)

1. **Prérequis :** finance d'entreprise
2. **Objectif général:** L'objectif de ce cours est de présenter les possibilités offertes par l'association du tableur Excel et du langage Visual Basic pour Applications (VBA) pour la résolution de problèmes classiques situés dans le champ de la finance contemporaine. L'approche se veut concrète, en ce sens que les applications développées feront toutes appel à des données de marché réelles. La réalisation d'un projet de recherche permettra en outre aux étudiants d'acquérir les bases de la recherche empirique en finance.
3. **Objectifs spécifiques:**
4. **Contenu :** Présentation des fonctionnalités Excel pour la résolution des problèmes financiers : fonctions financières, opérations matricielles, lois de probabilité, régression linéaire simple et multiple. VBA sous Excel : le modèle objet Excel. VBA sous Excel : éléments de programmation (architecture des projets VBA, étude des différents types de procédures, variables, structures de contrôle). Applications financières n°1 : étude des propriétés des taux de rentabilité des actifs financiers (distribution empirique, tests d'hypothèses sur les distributions, prévisibilité des rentabilités boursières). Applications financières n°2 : frontière efficiente et CAPM. Applications financières n°3 : méthodes numériques pour l'évaluation des produits dérivés (Cox-Ross-Rubinstein, simulation de Monte-Carlo). Introduction aux bases de données financières. Traitement de données financières en ligne sous Excel et VBA (récupération automatisée sous Excel, archivage et traitement) Etude des fonctions financières et analyse des emprunts obligataires (duration, sensibilité, convexité). Value At Risk. Le modèle de marché. Propriétés des portefeuilles boursiers : impact de la diversification. Propriétés des portefeuilles boursiers : frontière efficiente. Le modèle d'équilibre des actifs financiers : modèle de base et simulations dans le cadre d'un modèle étendu (zero-bêta, restrictions sur les ventes à découvert, incidence de la fiscalité...). Evaluation de la performance des gérants de fonds. Evaluation des produits

dérivés I. Evaluation des produits dérivésII, Etudes d'événements : méthodologie et implémentation VBA

5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA2310 : Gestion de portefeuilles – Mesure de la performance - Gestion alternative (23crédits)

1. **Prérequis :** Microéconomie appliquée, Gestion de portefeuille (Bac), statistique, introduction à l'économétrie, notions pratiques en informatique
2. **Objectif général:** Ce cours prolonge le cours de gestion de portefeuilles de Bac et combine aussi cours magistraux et applications financières en Visual Basic sous Excel. Il présente les modèles multifactoriels (APT, ICAPM) qui ont été proposés comme alternative au CAPM traditionnel et qui sont aujourd'hui les standards de l'industrie financière. Puis sont abordés les théories de la marche aléatoire et de l'efficacité informationnelle des marchés, les travaux empiriques auxquels elles ont conduit, notamment sur la faible performance des gérants actifs, la difficulté à "battre le marché".
3. **Objectifs spécifiques:**
4. **Contenu :** Les "anomalies" des marchés financiers et les limites du CAPM. L'évaluation par arbitrage et les modèles factoriels. Des exemples de modèles factoriels (modèles de BARRA, Aptimum et le modèle à 3 facteurs de Fama & French): principes et performances. Le modèle du CAPM intertemporel et les choix de portefeuille. La marche aléatoire et l'efficience des marchés. Les mesures de performance (ratios de Sharpe, d'information, de Sortino, etc). Une application : le secteur des hedge funds. Les modèles factoriels, stratégies core-satellite et la valeur ajoutée de la gestion active. La loi fondamentale de la gestion active. L'efficacité du stock picking. Le processus de gestion top down et la logique des benchmarks et les tracking errors. La structuration des risques et risk budgeting comme alternative au processus traditionnel d'allocation d'actifs.
5. **Méthodologie d'enseignement:** Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation :** Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement :** Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant :** PhD en statistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

PSTA2311 : Biostatistiques: études de cas (1 crédits)

1. **Prérequis :**
2. **Objectif général:** Ce cours a pour objectif d'apporter aux étudiants la maîtrise d'outils élémentaires de statistiques, pour permettre leur application dans un contexte biologique par la suite. Des notions théoriques concernant le modèle linéaire sont également abordées pour mieux comprendre le formalisme des ANOVA 1 et 2. Les cours et TD de statistiques sont appuyés par deux TP sous R, qui permettent de traiter les mêmes questions avec de vrais jeux de données, et de s'affranchir partiellement des détails calculatoires dans la démarche statistique.
3. **Objectifs spécifiques:**

4. **Contenu** : Variables aléatoires et lois de probabilité, Statistiques descriptives, estimation et intervalles de confiance, Tests de comparaison de moyennes et de proportions, Modèle linéaire, Test de linéarité.
5. **Méthodologie d'enseignement**: Cours magistral + Travaux dirigés + Travaux pratiques
6. **Méthodologie d'évaluation** : Un examen écrit
7. **Matériel d'enseignement** : Matériel standard + Ordinateur
8. **Profil de l'enseignant** : PhD en statistique, Biostatistique, mathématiques appliquées.
9. **Bibliographie**

UE5 : Outils dirigés

PSTA2312: Lectures dirigés & Activité de Recherche (2 crédits)

PSTA2313 : Stage de consultation statistique (2 crédits)

Semestre 4

UE6 : Stage et mémoires

PSTA2414 : Stage de terrain

PSTA2415 : Rapport Mémoire